

тия в процентном соотношении компонентов 95 : 5. Частота вращения тихоходной и быстроходной мешалок перемешивающего устройства составляла, соответственно, 1,7 и 2,0 1/с.

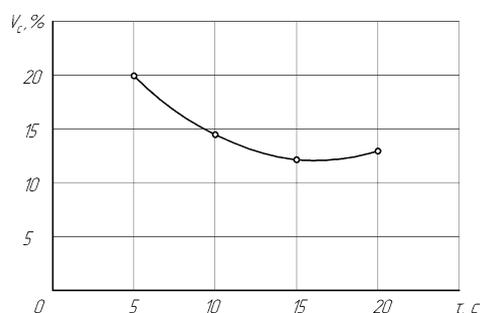


Рисунок 4. Зависимость изменения коэффициента  $V_c$  неоднородности смеси от времени  $\tau$  перемешивания сыпучей массы

Анализ зависимости показывает, что необходимая степень однородности смеси может быть достигнута за относительно небольшой отрезок времени, равный от 15 до 20 с. Средняя концентрация ключевого компонента в смеси при этом меньше 5 % и составляет 4,6...4,8 %, что видимо связано с недостаточным временем воздействия на смесь и возможным расслоением продукта в рабочем объеме смесителя.

В результате проведенного исследования определены режимы сушки порошкообразных материалов в сушилках конвективного типа. Приведены расчётные зависимости, которые позволяют оценить режимы сушки порошкообразных материалов в псевдооживленном слое и его разновидностях применительно к производству промышленных взрывчатых веществ. Исследованы режимы смешивания сыпучих компонентов в лопа-

стных смесителях с одним и двумя валами перемешивающего устройства. Разработаны конструкции сушилок периодического и непрерывного действия, для исследования процесса сушки порошкообразных компонентов смесевых составов в плотном и продуваемом слое, а также лопастных смесителей для изучения процессов приготовления сыпучих композиций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубнов Л.В., Бахаревич Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. – М.: Недра, 1973. – 320 с.
2. Романков П.Г., Рашковская Н.Б. Сушка во взвешенном состоянии. – Л.: Химия, 1979. – 272 с.
3. Сажин Б.С. Основы техники сушки. – М.: Химия, 1984. – 320 с.
4. Шрайбер А.А., Глянченко В.Д. Термическая обработка полидисперсных материалов в двухфазном потоке. – Киев: Наукова думка, 1976. – 155 с.
5. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. – М.: Машиностроение, 1972. – 208 с.
6. Генералов М.Б. Основные процессы и аппараты технологии промышленных взрывчатых веществ: Учеб. пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 397 с.
7. Кавецкий Г.Д. Оборудование для производства пластмасс. – М.: Химия, 1986. – 224 с.
8. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.
9. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.

## АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЗДНЕГО ПОЯВЛЕНИЯ ЭТТРИНГИТА В ЦЕМЕНТНОМ КАМНЕ

В.К. Козлова, А.В. Вольф

*Рассмотрены причины и механизмы позднего образования эттрингита в цементном камне. Показано, что основной причиной поздней кристаллизации эттрингита является изменение концентрации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в поровой жидкости цементного камня.*

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных причин уменьшения прочности бетонов вплоть до разрушения

является позднее образование эттрингита в цементном камне при действии различных факторов окружающей среды. Процессы, связанные с образованием и существовани-

ем этtringита в бетонах, до сих пор относятся к неполностью выясненным явлениям, несмотря на большой объем исследований, посвященных этому вопросу.

В то время, как первичное образование этtringита в начальной фазе гидратации вызывает позитивный эффект регулирования схватывания, образование этtringита в затвердевшем бетоне приводит к деструктивным процессам, хотя по мнению авторов [1] наличие этtringита в порах и трещинах бетона может быть интерпретировано в большинстве случаев как следствие, а не причина образования трещин в бетоне.

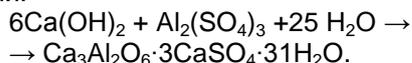
На сегодняшний день большинство исследователей исходит из того, что начинающееся сразу после затворения цемента водой образование этtringита в бетоне, твердеющем в нормальных условиях, завершается уже примерно через 24 часа. При этом образуется мелкокристаллический, равномерно распределенный в цементном камне этtringит, который достоверно не обнаруживается современными методами исследования в структуре бетона. В хранящемся или эксплуатируемом в сухих нормальных условиях бетоне наличие этtringита не удается установить спустя длительный срок.

Еще в начальный период изучения этtringита Г. Кюль [2] отмечал, что эта соль в продуктах гидратации цемента почти всегда ускользает от наблюдения.

Авторами [1] на основании данных многих исследователей приводятся показатели рН среды, характеризующие область устойчивости этtringита. Интервал устойчивости соответствует значениям рН от 10,45 до 13,0, в то время как рН поровой жидкости колеблется от 13,2 до 13,9.

Авторы считают, что образовавшийся в ранние сроки этtringит, разрушается при достижении высокого водородного показателя поровой жидкости. На наш взгляд, такое разрушение невозможно, если высокий показатель рН достигается за счет соответствующей концентрации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Известно, что этtringит может быть получен при взаимодействии растворов гидроксида кальция и сульфата алюминия по реакции:



Повышенная концентрация  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  не может изменить ход реакции.

При рассмотрении условий формирования этtringитовой фазы авторы [1] придают большое значение характеристике процессов гидратообразования (наличие необходимых

реагирующих ионов, их концентрация, температурные условия реакций, морфология образующихся фаз) и не уделяют должного внимания процессам структурообразования новых фаз, основными характеристиками которых являются скорость зарождения центров кристаллизации и скорость роста кристаллов.

При гидратации цемента образование и рост кристаллов этtringита возможны лишь на самой ранней стадии, пока начавшаяся гидратация минералов – силикатов не приведет к такому повышению концентрации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , при которой рост кристаллов этtringита становится невозможным. В таких условиях может образовываться и сохраняться этtringит в виде высокодисперсных частиц. Чем больше в цементе  $\text{C}_3\text{S}$ , тем быстрее наступает такой период, так как  $\text{C}_3\text{S}$  является основным поставщиком  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в жидкую фазу. До тех пор, пока присутствуют свободные  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и гипс в твердом состоянии, перекристаллизация частиц этtringита невозможна. Мельчайшие частицы образовавшегося этtringита, не имеющие условий для роста, могут сохраняться в цементном камне длительное время в виде «дремлющей» этtringитовой фазы, способной к перекристаллизации при снижении в поровой жидкости бетона концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  до определенных пределов.

При возникновении благоприятных условий «дремлющий» этtringит превращается в крупные, хорошо обнаруживаемые кристаллы, которые формируются в трещинах бетона и на дефектах поверхности. В этом случае речь должна идти не о позднем образовании этtringита, а о его запоздалой кристаллизации. Такое явление по своей физической сути близко к процессу образования высолов на бетоне или кирпиче, изготовленных из материалов, которые содержали повышенное количество растворимых солей. Жидкая фаза выносит к поверхности ионы солей, вода испаряется, а прежде невидимые, растворенные в ней соли кристаллизуются.

Таким образом, решающее влияние на процесс превращения «невидимого» этtringита в «видимый» имеет состав жидкой фазы в цементном тесте, при этом главную роль играет концентрация гидроксида кальция и ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ .

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Одним из факторов, способствующих поздней кристаллизации этtringита, является применение в качестве добавок ускорите-

лей твердения щелочных сульфатов. При этом создается высокая концентрация ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ , способствующая образованию этtringита в высокодисперсном состоянии. Рост кристаллов этtringита в таких бетонах может стать возможным при снижении концентрации сульфатных ионов за счет действия факторов окружающей среды (вымывание и др.).

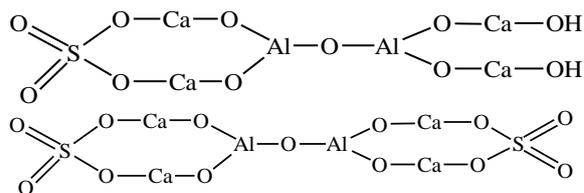
Позднее образование этtringита возможно в случае неполной гидратации  $\text{C}_3\text{A}$  и  $\text{C}_4\text{AF}$ , которая может быть следствием активной гидратации  $\text{C}_3\text{S}$  с выделением  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Выполненное нами определение скорости гидратации этих минералов показывает, что процесс резко замедляется в присутствии извести. Необходимо отметить, что в твердеющем цементе низосульфатные гидросульфатоалюминаты сосуществуют с этtringитом. Увеличение общего количества этtringитовой фазы возможно также за счет превращения ранее образовавшихся низосульфатных гидросульфатоалюминатов кальция в этtringит, если увеличивается общее количество жидкой фазы и в ней появляется достаточная концентрация сульфатных ионов. Например, при действии сульфатсодержащих грунтовых вод.

По данным [1] при эксплуатации бетона в изменяющихся влажностных условиях, в его порах через короткий промежуток времени могут быть зафиксированы формации кристаллов этtringита. Если бетон подвергался тепловой обработке, или в процессе сушки происходило повышение температуры, то эффект концентрации этtringита в порах и контактных зонах между заполнителем и цементным камнем усиливается.

Рассмотрим различные условия, при которых имеет место либо поздняя кристаллизация этtringита, либо его позднее образование.

1. При изменяющихся влажностных условиях, при повышении влажности в порах бетона увеличивается объем жидкой фазы, при этом в ней понижается концентрация  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Такое же явление наблюдается при пропаривании бетона, увеличивается его водонасыщение и снижается концентрация  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Кроме того, при пропаривании в увеличивающемся объеме жидкой фазы происходит растворение значительного количества ранее образовавшегося этtringита  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$ , а кристаллизуются из раствора в условиях повышенных температур гидратные фазы состава  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{O}_5 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , со схемами валентных связей:



При такой перекристаллизации этtringита выделяется значительное количество  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

При повышении температуры снижается растворимость  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Немаловажное значение имеет усиливающееся при пропаривании бетона взаимодействие содержащихся в цементе активных минеральных добавок с гидроксидом кальция, приводящее к снижению концентрации последнего в жидкой фазе.

Весь комплекс перечисленных факторов приводит к ощутимому снижению концентрации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в поровой жидкости бетона.

При высушивании бетона более активно протекает процесс взаимодействия  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  из жидкой фазы с углекислым газом воздуха, что также способствует снижению величины pH порового раствора и созданию условий для перекристаллизации «дремлющего» этtringита.

Кристаллизация этtringита при службе дорожных бетонов также может быть связана с понижением pH его поровой жидкости за счет постоянного действия осадков. Поровая жидкость такого бетона постепенно приобретает величину pH, соответствующую области устойчивого существования хорошо закристаллизованного этtringита.

2. Замораживание бетона имеет отрицательные последствия, если оно связано с дополнительным водонасыщением, которое может возникать даже за счет большого количества конденсированной влаги из воздуха при низких температурах. Увеличение объема поровой жидкости так же, как и в предыдущих случаях, приводит к снижению в ней концентрации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с вытекающими последствиями.

В первом и втором случаях, в основном, имеет место поздняя кристаллизация образовавшегося ранее этtringита, хотя возможно образование его дополнительного количества за счет углубления гидратации алюминатной и алюмоферритной фаз при увеличении количества поровой жидкости.

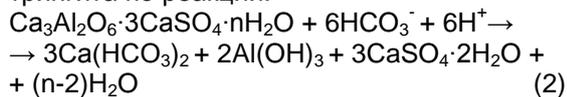
3. Действие растворов хлористых солей на бетон также способствует позднему появлению этtringита. По нашему мнению, это связано с обменными реакциями между хлористыми солями и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , например,  $2\text{MgCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl} \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$ ,

а также с возможностью взаимодействия введенного или образовавшегося хлорида кальция с гидроксидом кальция в составе порового раствора с образованием гидроксохлорида кальция состава  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Возможность образования этого соединения при хлоридной коррозии бетона отмечалась Х.Г.Смольчиком [3]. При этих реакциях связывается значительная часть гидроксида кальция, растворенного в поровой жидкости бетона, что приводит к снижению величины ее pH.

Хотя авторы [1] объясняют позднее появление этtringита при действии хлоридов на бетон возникновением дополнительного количества гипса в результате частичного превращения моносульфата в монохлорид при солевой коррозии, с этим трудно согласиться, так как не доказано, что ионы хлора могут вытеснять сульфатные ионы из состава моногидросульфатоалюмината кальция. Существует также мнение, что при действии хлорида кальция на МГСАК может образоваться тройная соль –  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

4. Как было отмечено выше, в начальной стадии карбонизации происходит взаимодействие  $\text{CO}_2$  с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , приводящее к снижению показателя pH жидкой фазы, что может способствовать поздней кристаллизации этtringита.

Однако в процессе продолжающейся карбонизации происходит разрушение этtringита по реакции:



Угольная кислота является более сильной, чем ортоалюминиевая, и частично или полностью вытесняет последнюю из ее солей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Необходимо отметить, что взаимодействие ионов агрессивной среды с гидратными фазами, в зависимости от их состава, строения и характера растворимости, может протекать на поверхности гидратной фазы (топхимически) или в водном растворе, контактирующем с ней.

Этtringит образуется в водном растворе, контактирующем с частицей  $\text{C}_3\text{A}$ , при взаимодействии продуктов последней стадии гидролиза  $\text{C}_3\text{A}$  с сульфатом кальция. Взаимодействие ионов агрессивной среды с этtringитом также происходит в водном растворе около частиц этtringита. При этом взаимодействии происходит его разрушение.

Моногидросульфатоалюминат кальция образуется на поверхности первичных продуктов гидролиза  $\text{C}_3\text{A}$  при их взаимодействии с сульфатом кальция. Взаимодействие образовавшейся фазы с ионами агрессивной среды также происходит на поверхности ее частиц, что приводит, в основном, к образованию комплексных гидратных фаз более сложного состава, например:

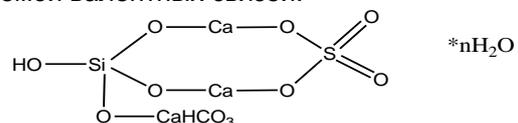


Проведенные исследования [4] показали, что продукты гидратации  $\text{C}_3\text{A}$  карбонизируются значительно медленнее, чем продукты гидратации смесей  $\text{C}_3\text{A}$  с гипсом. Аналогично ведут себя продукты гидратации  $\text{C}_3\text{A}$  в присутствии добавок хлорида и нитрата кальция. Так, принудительная карбонизация при давлении  $\text{CO}_2$ , равном 2,0 МПа, в течение 20 часов обеспечивает степень карбонизации продуктов гидратации  $\text{C}_3\text{A}$  без добавок – 10%, продуктов гидратации  $\text{C}_3\text{A}$  с добавкой гипса – 85%, продуктов гидратации  $\text{C}_3\text{A}$  с добавкой  $\text{CaCl}_2$  – 100%. Продукты гидратации  $\text{C}_3\text{A}$  с добавкой  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  карбонизируются полностью в течение 8 часов.

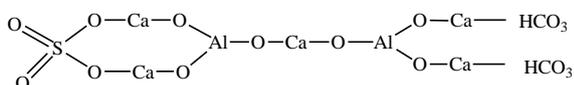
На дериватограммах карбонизированных продуктов гидратации всех составов появляются, по сравнению с дериватограммами исходных продуктов гидратации, дополнительные глубокие эндотермические эффекты при температурах 105-115°C, которые можно отнести к разложению минерала таумасита.

При действии углекислоты на цементный камень происходит разложение этtringита, выделяющийся при этом гидроксид алюминия может в дальнейшем служить источником позднего образования этtringита, если в поровой жидкости появится необходимое количество  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  за счет продолжающегося процесса гидратации минералов-силикатов. Остальные продукты распада этtringита могут участвовать в образовании других гидратных фаз.

У гидратированного цемента в жидкой фазе присутствуют катионы  $\text{Ca}^{2+}$ , анионы  $\text{H}_2\text{SiO}_4^{2-}$ , в процессе карбонизации появляются анионы  $\text{HCO}_3^-$ , а после разрушения этtringита появляется дополнительное количество сульфата кальция в виде  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ . В этой ситуации возможно образование новой фазы – минерала таумасита, характеризующегося составом  $\text{Ca}_2\text{HSiO}_4(\text{HCO}_3) \cdot \text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , со схемой валентных связей:



Результаты изучения устойчивости продуктов гидратации цемента при действии углекислого газа показывают, что продукты гидратации цемента, образующиеся в присутствии химических добавок, ускоряющих твердение, более активно взаимодействуют с углекислым газом, чем продукты гидратации этих же цементов без добавок. Сравнение кривых ДТА продуктов гидратации до и после карбонизации показывает, что у карбонизированных проб появляются или расширяются низкотемпературные эндоэффекты при 105-110°C, которые суммарно могут характеризовать разложение таумасита, а также разложение гидратных фаз, образовавшихся при карбонизации моногидросульфатоалюмината кальция, отвечающих составу  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  со схемой валентных связей:



Авторы [1] со ссылкой на работы Кузеля позднее образование этtringита при действии  $\text{CO}_2$  на бетон объясняют также разложением моногидросульфатоалюмината с образованием моногидрокарбоната и освобождением  $\text{CaSO}_4$ , который участвует в этtringитообразовании. Такое объяснение кажется нам спорным по той причине, что МГСАК более устойчив к действию  $\text{CO}_2$ , чем этtringит. На основе МГСАК при карбонизации также могут образоваться тройные гидратные фазы типа  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  и др.

В целом, в объяснении причин позднего этtringитообразования авторы цитируемой работы придают излишне большое значение возможности высвобождения гипса при разложении моногидросульфатоалюмината кальция, исходя из предпосылки, что образованию этtringита в более ранний период мешает «гипсовый голод». Они отмечают, что количество гипса, вводимого в цемент, далеко недостаточно для превращения всего содержащегося в цементе  $\text{C}_3\text{A}$  в этtringит. С этим можно согласиться, но необходимо учесть, что  $\text{C}_3\text{A}$ , находящийся в составе гидратирующегося портландцемента без внешних воздействий (попеременное увлажнение и высушивание, замораживание, действие растворов солей и агрессивных компонентов воздушной среды) практически никогда не может превратиться полностью в этtringит, для образования которого необходимы соединения, представляющие собой продукты последней стадии гидролиза  $\text{C}_3\text{A}$ . При актив-

ном взаимодействии с водой минералов – силикатов повышается концентрация  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в жидкой фазе и часть гидроксида кальция находится в твердом состоянии. В таких условиях резко замедляется процесс гидролиза  $\text{C}_3\text{A}$  и даже при избытке гипса могут образоваться и сохраняться моногидросульфатоалюминат кальция, гидрат –  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , дигидроксомоносульфатоалюминат кальция, гидрат –  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , а также, возможно, составляющие AFm – фазы:  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

Только в составе гидратирующихся смесей  $\text{C}_3\text{A}$  с избытком гипса трехкальциевый алюминат может полностью превратиться в этtringит. Если в смеси есть известь, или  $\text{C}_3\text{A}$  находится в составе цемента, меняется скорость процессов и состав образующихся фаз. В гидратирующемся цементе в значительной части продуктов гидролиза  $\text{C}_3\text{A}$  место сульфатной группы может быть занято силикатным анионом  $\text{H}_2\text{SiO}_4^{2-}$  и др.

Кроме того, в большинстве клинкеров цементных заводов России фактическое содержание  $\text{C}_3\text{A}$  значительно меньше, чем определяемое расчетом на основе данных химического анализа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для позднего появления этtringита в процессе службы бетонов существует две причины:

– появляющийся этtringит может быть результатом поздней кристаллизации его высокодисперсных зародышей, образовавшихся на начальной стадии гидратации цемента. При службе цемента в сухих условиях невозможны процессы структурообразования этой фазы с возникновением крупных формаций. При действии воды, углекислоты, отрицательных температур снижается величина pH порового раствора и создаются условия для роста кристаллов этtringита на основе образовавшихся ранее центров кристаллизации. Величина водородного показателя поровой жидкости достигает значений, соответствующих устойчивому существованию этtringита.

Образовавшиеся ранее и сохранившиеся высокодисперсные частицы этtringита вырастают до крупных кристаллов, этtringит становится «видимым» и достоверно определяется существующими физико-химическими методами исследования.

– часть появляющегося этtringита может быть результатом его позднего образования

## АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЗДНЕГО ПОЯВЛЕНИЯ ЭТТРИНГИТА В ЦЕМЕНТНОМ КАМНЕ

за счет углубления процессов гидратации алюминатной и алюмоферритной фаз при увеличении количества поровой жидкости и изменении ее состава. Следствием углубления процессов гидратации является также образование дополнительного количества эттрингита на основе менее гидролизованного моногидросульфалюмината кальция.

2. Рассмотренные действующие факторы окружающей среды способны ускорить как появление эттрингита за счет его поздней кристаллизации, так и образование его дополнительного количества за счет углубляющихся процессов гидратации алюминатной и алюмоферритной фаз цемента.

3. Исключить вероятность позднего появления эттрингита в затвердевшем бетоне можно только заменой добавки гипса, как замедлителя схватывания на другие химические добавки, обеспечивающие эффективное замедление. При использовании цементов с добавками гипса при изготовлении бетонов

необходимо введение химических добавок, способствующих достижению такого водородного показателя поровой жидкости, при котором существование эттрингита становится нестабильным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Штарк И., Больцман К. // Второе международное совещание по химии и технологии цемента. – М.: Стройиздат – 2000. – С. 64-94.
2. Кюль Г. Химия цемента. – М.: Стройиздат, 1939., с.190.
3. Смольчик Х.Г. // Пятый международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1973., с.350.
4. Козлова В.К., Карпова Ю.В., Ильевский Ю.А. Продукты гидратации кальциево-силикатных фаз цемента и смешанных вяжущих веществ: Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005.–183 с.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

А.А. Бакибаев, М.И.Тартынова

*В работе рассматривается опыт Томского политехнического университета в решении важнейших задач лабораторного обеспечения проведения практикумов по основным разделам естественнонаучных дисциплин, их компьютеризации, улучшения качества усвоения теоретического материала и расширения практических навыков проведения лабораторных работ у студентов.*

Среди ключевых направлений развития страны до 2020 В.В. Путин выделил образование: «Будущее России, наши успехи зависят от образования и здоровья людей, от их стремления к самосовершенствованию и использованию своих навыков и талантов. В России есть и богатые традиции, и потенциал, чтобы сделать наше образование – от школы до университета – одним из лучших в мире. Образовательная система должна вобрать в себя самые современные знания и технологии». Химическое образование должно занимать достойное место в системе российского образования, определяемое вкладом химии в законы природы и материальной жизни общества, в осознании и решении глобальных проблем человечества. Важнейшими особенностями современного вузовского химического образования должны стать интегративность, разноуровневость, адаптивно-  
*ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3 2009*

открытый, целостный (системный) характер, профессионально-компетентностная направленность.[1,2,3]. Приоритеты модернизации химического образования должны быть направлены на обеспечение высокого качества обучения на основе сохранения фундаментальности и соответствия актуальным и перспективным потребностям личности, общества и государства. Мы считаем, что фундаментальная базовая подготовка студентов естественнонаучных факультетов не только отвечает международным стандартам, но и по многим показателям превосходит их. Отставание наблюдается в специальной её части, качество которой намного выше требований ECTS, а в практической, что связано со сложностями в получении новой информации и морально устаревшей материально-приборной базой.