

Добавки к бетону. Сульфат натрия

Ковалёв В.И., Каминский И.Н.

Научный руководитель – Гуриненко Н.С.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В наше время изобретено большое множество добавок к бетону и с каждым годом они увеличиваются в геометрической прогрессии.

Основные типы добавок:

- пластификаторы
- суперпластификаторы
- водоудерживающие добавки
- воздухововлекающие

- ускорители схватывания
- ускорители процесса набора прочности

- замедлители схватывания

- кольматирующие добавки (уменьшает капиллярное поглощение затвердевшего бетона)

Но чаще эти добавки комбинируют. Однако у всех добавок есть недостатки. Одним из них является большая стоимость. И при большом объёме бетонирования нерентабельно использовать добавки. Вопросами использования различных добавок в целом и ускорителей твердения в частности и их влияния на структурообразование цементного бетона, посвящено множество исследований и накоплено достаточно теоретических представлений о процессах, происходящих при взаимодействии клинкерных минералов с водой и веществом добавки, но, к сожалению, эта проблема, ввиду ее чрезвычайной сложности не решена окончательно и по ряду вопросов имеются разногласия.

Нараставшие с началом девяностых годов XX века кризисные явления в энергообеспечении народного хозяйства Беларуси поставили перед его строительной отраслью задачу резкого снижения энергопотребления. Учитывая значительные объёмы использования цементного бетона в современном строительстве, и перспективность его применения как конструкционного материала в дальнейшем, особую значимость приобрела разработка энергосберегающих технологий в производстве сборных изделий и при возведении монолитных конструкций из бетона и железобетона. Для реализации таких технологий наиболее эффективно применение добавок-ускорителей твердения бетона и, в частности, производимых отечественными предприятиями. Использование ускорителей твердения в технологии

бетона дает возможность решить большое количество задач, стоящих перед строителями.

Практикой исследований и применения установлено, что добавки-ускорители твердения позволяют:

- улучшить формуемость бетонной смеси;
- повысить прочность бетона на сжатие после тепло-влажностной обработки на 5...10 % при условии получения более подвижных смесей (без уменьшения расхода воды и цемента) и на 10...20 % при условии получения равноподвижных смесей (с уменьшенным расходом воды);
- уменьшить расход цемента на 5...10 % при условии получения равнопрочных бетонов (с уменьшенным расходом цемента и воды);
- повысить морозостойкость и водонепроницаемость.

В нашей работе мы рассмотрим добавку сульфат натрия. Большим её преимуществом перед другими добавками является то, что Республика Беларусь обладает большими запасами этого вещества. Проведя некоторые опыты и исследования, мы определили, что при введении в бетонную смесь сульфата натрия прочность бетона повышается на 5-10 %, реакция твердения происходит с большим тепловыделением, повышается морозостойкость. Однако были выявлены и многочисленные недостатки данной добавки.

Основной задачей данного исследования являлось выявление кинетики роста прочности бетона с химическими добавками за счет аккумуляции теплоты экзотермии цемента.

В данной работе приведены результаты исследований кинетики твердения цементного бетона по беспрогревной технологии. Основой эффективной беспрогревной технологии изготовления изделий из цементного бетона является максимально возможное использование экзотермии вяжущего. Известно, что минералы портландцементного клинкера в процессе реакции гидратации выделяют значительное количество теплоты. Ее аккумуляция путем гидро-, теплоизоляции твердеющего бетона (по методу термоса) способствует росту его температуры, что сопровождается ускорением реакций гидратации цемента и нарастанием его тепловыделения и которая интенсифицируется с введением в бетон добавки – ускорителя твердения. В настоящих исследованиях в качестве химической добавки использовался сульфат натрия ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CH}$) кристаллизационный, ГОСТ 21458-75. При введении сульфата натрия, появляется механизм пластификации, который проявляется при вибрационном воздействии на бетон в виде более значительного водоотделения, чем у бетона без добавки, и с меньшим, но устойчивым кратковременным эффектом пластификации. Интенсификация процесса гидратации цемента добавкой ускорителя твердения повышает его тепловыделение, а аккумуляция тепла обеспечивает

саморазогрев (прирост температуры от начальной).

Для экспериментов по выявлению кинетики роста прочности бетона использованы добавки сульфата натрия (СН) в дозировке 1% от массы цемента. Добавка вводилась в смесь в растворенном виде вместе с водой затворения. В качестве вяжущего вещества для бетона использованы цемент марки М400, без добавок (Д0)

В исследованиях прочность бетона оценивали по прочности на сжатие образцов (при количестве их в серии не менее 3-х). Во всех случаях образцы бетона изготавливали с уплотнением на стандартной лабораторной виброплощадке при амплитуде 0,5 мм и частоте ~ 50 Гц.

После чего формы герметизировали полиэтиленовой пленкой и устанавливали в пенополистирольный ящик на период твердения, для сохранения тепла и влаги.

Нахождение образцов в термосе, привело к сведению до минимума потерь тепла экзотермии цемента, что позволяет даже при низкой положительной начальной температуре бетонной смеси, создать в твердеющем бетоне с добавками благоприятный температурный режим, а при начальной температуре смеси не ниже 13...15 °С обеспечить температуру в бетоне более 20 °С и, как следствие, нормальный режим твердения.

Из данных о кинетике роста прочности бетона с добавкой 1 % СН (рисунок), следует, что ее уровень в 50 % от требуемой прочности бетона достигается через 24 ч естественного твердения в условиях гидроизоляции и теплоизоляции при использовании цемента.

Время твердения бетона до 50 % прочности от проектной составляет до 24 ч для $t \sim 18...22$ °С; За этот период бетон набирает прочность, достаточную для бездефектной распалубки бетонных и железобетонных (без предварительного напряжения арматуры) изделий, а передаточную прочность в 70 % и более от проектной для указанных значений температуры среды твердения и бетона (начальной), он приобретает за время выдержки 36...48 ч.

Таким образом, при создании термосных условий твердения изделий с начальной температурой бетона более 15°С, введении в его состав 1 % СН от массы цемента распалубочная и передаточная прочность бетона может быть обеспечена выдержкой без дополнительного подвода тепла в течение 24 ч и 36...48 ч соответственно.

Прогрев бетона без добавки по режиму малоэнергоёмкой технологии при использовании цемента 2-ой группы эффективности (естественно – и 3-ей) недостаточен для обеспечения передаточной прочности. Очевидно, что необходимо либо повышать температуру разогрева, время подвода тепла и увеличивать продолжительность выдержки бетона «в тепле» сверх 24 ч.

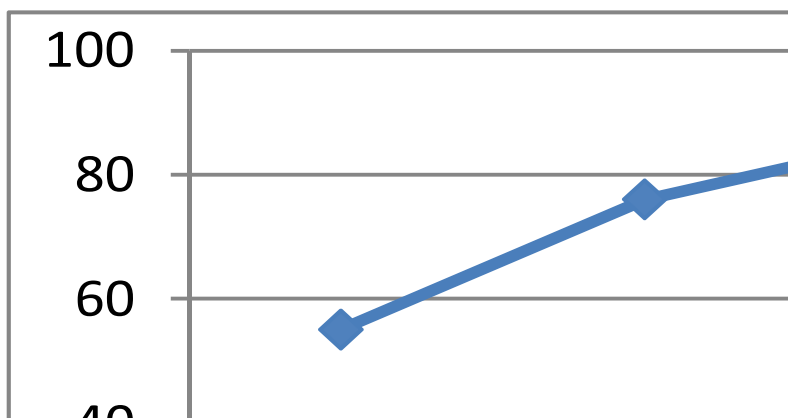


Рисунок – Кинетика роста прочности бетона

Анализируя результаты всей совокупности выполненных экспериментов, приходим к выводу, что в данном исследовании выявлено, что расплывчатую прочность бетона с добавкой «СН», приготовленного с использованием портландцемента и последующим твердением в тепловом агрегате без подвода тепла за время до 24 часов.

В сравнении с традиционной тепловой обработкой изделий, которую предприятия строительной индустрии практикуют в зимний период работы, а также и в летний (при требуемом обороте бортоснастки не менее 1 раза в сутки), малоэнергоёмкая технология характеризуется снижением затрат тепловой энергии.

Проведенный комплекс исследований по анализу и обобщению теоретических воззрений на механизм действия химических добавок-ускорителей твердения цементного бетона и эффективности их применения в технологии бетона позволил сделать следующие выводы.

Механизм действия добавок-ускорителей твердения бетона неорганического происхождения (Na_2SO_4) целесообразно рассматривать как комплексное физико-химическое воздействие на реагирующую систему «цемент – вода», повышения растворимости клинкерных минералов цемента, образования дополнительных фаз за счет реакций вещества добавок с продуктами гидролиза и гидратации клинкерных минералов цемента, что в совокупности обеспечивает ускорение гидролизно-гидратационных процессов и способствует ускорению коагуляционного и кристаллогидратного структурообразования, повышению темпа роста прочности цементного камня и бетона в начальные сроки твердения, рост плотности и прочности бетона в проектном возрасте.

Однако применение сульфата натрия имеет один существенный недостаток, его наличие ускоряет процесс коррозии арматуры, что значительно ограничивает его сферу применения. Такой бетон может эффективно использоваться в конструкциях, работающих на сжатие, и в значительно меньшей мере на растяжение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ратинов, В.Б. Добавки в бетон / В.Б. Ратинов. – М.: Стройиздат, 1989. – 188 с.
2. Солнцева, В.А. Добавки в бетон / В.А. Солнцева. – Лениздат, 1965. – 108 с.
3. Довнар, Н.И. Эффективность действия электролитов на физико-механические свойства цементного камня и бетона: дис. ... канд. технич. наук. – Минск, 1983. – 228 л.
4. Ребиндер, П.А. Физико–химические представления о механизме схватывания и твердения минеральных вяжущих веществ. Труды совещания по химии цементов / П.А. Ребиндер. – М.: Промстройиздат, 1956. – С. 125–137.
5. Байков, А.А. О влиянии хлористого кальция на затвердевание цемента: собрание трудов / А.А. Байков. – М.: Издательство АН СССР, 1948. – Т. 5.
6. Ребиндер, П.А. Новые физико–химические пути в технологии строительных материалов / П.А. Ребиндер // Вестник АН СССР. – 1951. – № 10. – С. 44–54.
7. Ли, Ф.М. Химия цемента и бетона / Ф.М. Ли. – М.: Госстройиздат, 1961. – 645 с.