

Таблица 6 – Прочность, водо- и морозостойкость образцов бетона, пропитанных антикоррозионными составами

Антикоррозионный состав	Прочность образцов, МПа				Коэффициенты		
	сухих	водонасыщенных	после замораживания-оттаивания, F300	после 10 циклов водонасыщения-высушивания (w-c)	K <sub>p</sub>	K <sub>F</sub>	K <sub>w-c</sub>
Контрольные образцы без пропитки	35,5	26,8	26,7	27,2	0,75	1,00	1,01
Сифтом 1 – 5 % 2 – 10 % 3 – 25 %	35,8	27,2	27,4	30,0	0,76	1,01	1,10
Burke – O – Lith 1 – 3:1 2 – 2:1 3 – 1:1	38,1	27,4	27,3	31,1	0,72	1,00	1,13
Повторно после капиллярного водонасыщения образцов в течение 6 суток и последующего выдерживания на воздухе в течение 14 суток							
Контрольные образцы без пропитки	—	—	26,8	24,9**	0,93**		
Сифтом 1 – 5 % 2 – 10 % 3 – 25 %	—	—	27,2	28,9**	1,06**		
Burke – O – Lith 1 – 3:1 2 – 2:1 3 – 1:1	—	—	27,5	28,4**	1,03**		

\*\* Морозостойкость F400

УДК 666.97.546

Левчук Н.В., Добрунова В.М.

### ВЛИЯНИЕ КОЛЛОИДНОГО РАСТВОРА КРЕМНЕЗЕМА НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ

Анализ литературных источников в области модификации портландцементных систем показал, что на современном этапе развития этой отрасли строительных материалов практически отсутствуют исследования по модификации минеральных вяжущих на уровне образования коагуляционных структур.

Для получения бетонов с плотной структурой и наивысшей стойкостью к агрессивным агентам в цемент вводят добавки, которые не обладают вяжущими свойствами, но которые вступают в химические реакции с гидроксидом кальция с образованием силикатов. Как известно, реакции трехкальциевого силиката с водой имеют существенное значение, так как алит – главный источник механической прочности затвердевших цементов и его гидролиз является наиболее характерным процессом, который сопровождается схватыванием и твердением. Первым отщепляется гидроксид кальция, в результате чего и образуется гидросиликат кальция. Гидроксид кальция, образовавшийся при гидратации свободной извести, которого должно быть не более 1%, или гидrolитический, получающийся в результате гидратации силикатов, осаждается первоначально в виде тонкокристаллической модификации. Образование крупнокристаллического гидроксида кальция в затвердевших цементах вредно отражается на

устойчивости бетона, так как он легко разрушается агрессивными водами. Устойчивость затвердевших цементов при нагреве также зависит от присутствия гидроксида кальция. Механическая прочность его нарушается вследствие дегидратации извести. Ссылаясь на ряд авторов, наблюдавших серии кристаллических фаз в системе кремнезём- известь – вода, В.Эйтель подтверждает возможность образования моногидросиликатов типа  $2\text{CaOSiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ . Поэтому введение добавок, связывающих гидроксид кальция, способствует увеличению механической прочности и химической стойкости вяжущего, на чем и основано использование различных порошковых добавок с содержанием кремнезёма.

Появившийся недавно на строительном рынке модификатор МБ-01 считается эффективным средством получения бетонов с высокими технологическими и эксплуатационными свойствами, представляет собой органоминеральную композицию, включающую микрокремнезём, суперпластификатор и регулятор твердения. Известно, что основной компонент этого модификатора (микрокремнезём) является сравнительно дорогим и дефицитным материалом. Предпринимаются попытки частичной замены микрокремнезёма на золу, унос и др. материалы [1].

Теоретические возможности использования модификатора, активно участвующего в процессах гидратации портландцемента, находящегося в высокоактивной мицеллярной форме, показано в работе [2], где авторы попытались показать преимущества введения модификатора в виде, так называемого, коллоидального раствора гидроксида алюминия. Экспериментальные данные исследования модифицированных портландцементных систем (цементного камня, цементно-песчаного раствора, бетона) коллоидальным раствором гидроксида алюминия подтверждают теоретические выкладки [3].

Анализируя вышесказанное, т. е. преимущества введения микрокремнезёма как высокоактивного модификатора и эффекта от введения добавки в виде коллоидального раствора со структурной единицей – мицеллой золя, можно предположить, что введение кремнезёма в коллоидальном состоянии, в виде мицеллы золя  $(\text{SiO}_2)_m, n \text{SiO}_3^{2-}, 2(n-x)\text{H}^+)^{2-} \cdot 2\text{H}^+$ , будет иметь преимущества перед порошковыми модификаторами. В.Эйтель [4], ссылаясь на Грехэма, в своей классической работе по исследованию кремневой кислоты показал, что это вещество в аморфном состоянии значительно отличается от кристаллического и в то же время раствор кремниевой кислоты отличается и от растворов электролитов: при флокуляции он легко образует клееподобные агрегаты. Чем меньше гетерогенная структура дисперсной системы, тем выше степень дисперсности, больше удельная поверхность материала. Поэтому использование тонкомолотого микрокремнезёма основано на увеличении активных центров в системе.

Введение коллоидного раствора кремнезёма более предпочтительнее как в химическом, так и в экономическом плане. Затраты на получение коллоидального раствора кремнезёма, получаемого из силиката щелочных металлов незначительны (стоимость силиката натрия 250 руб/кг).

Введение коллоидального раствора кремнезёма внесёт в равновесную систему гидратации силикатов определенные изменения: в результате взаимодействия золя кремнезёма с продуктами гидратации трехкальциевого силиката, а именно с гидроксидом кальция, происходит нарушение химического равновесия в сторону увеличения концентрации гидросиликатов согласно уравнению химической реакции



возможно образование низко- и высокосиликатных соединений, по типу этtringита –



Таким образом, создание интенсивной технологии бетона связано с применением химических добавок специального действия, влияющих на макро- и микроактивность и молекулярное состояние компонентов, а также регулирующих сроки схватывания и твердения, т.е. участие коллоидного раствора гидрогеля кремнезёма в процессах гидратации портландцементных клинкерных минералов должно существенным образом влиять на прочностные характеристики портландцементных систем за счет увеличения концентрации гидросиликатов.

При проведении предварительных экспериментальных исследований модифицирования песчано-цементных растворов коллоидальным раствором кремнезёма получены результаты предела прочности на сжатие образцов, которые выше контрольных, результаты исследований приведены в таблице.

В результате эксперимента подтверждается научная гипотеза об активизации процессов гидратации портландцементных систем коллоидальными растворами, содержащими активные коллоидные частицы- мицеллы, способные участвовать в химических процессах на коагуляционной стадии формирования структуры цементного камня с образованием соединений (гидросиликатов), придающих портландцементным системам значительную повышенную прочность.

№п/п,раствор затворения (н.)	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водо-цементное отношение	Водопоглощение, %	K= =Rизг/Rизг. контр.образца	K= =Rсж/R сж. контр.образца
1. H <sub>2</sub> O	1,71	0,46	12,5	-	-
2.золь SiO <sub>2</sub> 0,03	1,75	0,46	11,9	0,91	0,6
3.золь SiO <sub>2</sub> 0,06	1,8	0,46	11,4	0,96	1,0
4.золь SiO <sub>2</sub> 0,09	1,8	0,46	11,5	1,04	1,1
5.золь SiO <sub>2</sub> 0,09	1,8	0,65	6,6	1,08	1,43
6.золь SiO <sub>2</sub> 0,09(через 1 сутки)	1,8	0,46	6,0	1,1	1,35
7.золь SiO <sub>2</sub> 0,09 (через 1с.)	1,8	0,65	6,1	1,12	1,58

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.С Каприелов, А.В. Шейнфельд Влияние состава органоминеральных модификаторов бетона серии «МБ» на их эффективность. // Бетон и железобетон. - № .-200 .-с. 11-15.
2. Левчук Н.В., Добрунова В.М. Теоретические аспекты влияния коллоидального гидроксида алюминия на процессы гидратации портландцемента // Вестник Брестского государственного технического университета. - 2002. - № 1: Строительство и архитектура. - С. 43-45.
3. Добрунова В.М. Левчук Н.В. Исследование влияния коллоидального раствора гидроксида алюминия на некоторые свойства бетона. // Проблемы технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, строительства зданий и сооружений, подготовки кадров для строительной отрасли: Материалы VIII Международного научно- практического семинара, Минск, 15-16 ноября 2001 г. /Под общ. Ред. И.Н. Ахвердова. - Минск, 2001. - С. 72-75.
4. Эйтель В. Физическая химия силикатов - М. - Изд. Иностранной литературы, 1962.- С. 183-366.

УДК 69.057.5

Марковский М.Ф., Туровец Г.А.

## ОПАЛУБКА И ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ РЕБРИСТЫХ И НАКЛОННЫХ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ВЪЕЗДА ПОДЗЕМНОГО ЦЕНТРА В МИНСКЕ

Современная опалубочная техника и технология должна обеспечивать высокие темпы строительства, безупречное конечное качество монолитных железобетонных конструкций, безопасность и экономию. Новые здания общественного назначения всё более изобилуют неправильными формами и криволинейными поверхностями, решенными в монолитном бетоне. К тому же, именно технология теперь должна подстраиваться под архитектуру.

По мере расширения области применения монолитного бетона практика ставит перед опалубочными технологиями все новые задачи. С каждым днем эти задачи усложняются. Ответом на запросы строителей становится появление новых опалубок и современных технологий [1]. Пример сооружения, на котором решались подобные задачи – въезд-выезд паркинга подземного общепубличного торгового центра на пл. Независимости в Минске. С точки зрения технологии, интерес представляют монолитные перекрытия, опирающиеся по контуру на стены (рис. 1). Высота этажа варьируется от 3 до 6 метров. Монолитные стены возводились в каркасной опалубке МОДОСТР.

Выбор той или иной опалубки из системы МОДОСТР производят применительно к строящемуся сооружению, его конструктивному решению, технологических возможностей строительной площадки, применяемого технологического оборудования и заданных темпов возведения объекта. Концепция опалубочных работ базировалась на максимальном задействовании известных и апробированных опалубок МОДОСТР.

Большая высота перекрытий и стесненность пространства – условия, приведшие к применению рамных опорных башен системы МОДОСТР. Башни выполняли одновременно роль опорных площа-