

УДК 666.975.105

**ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА
В ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ****И.Ч. ИЛЬМУРАДОВ, Ш.А. МАТНИЯЗОВ***(Представлено: канд. тех. наук, доц. Д.Н. ШАБАНОВ, А.Н. ЯГУБКИН)*

В статье рассматриваются вопросы улучшения эксплуатационных характеристик бетона путем добавления суперпластификатора (СП) и комплексных добавок в структуру цементного камня. Влияние СП и комплексных добавок, таких как кремнеорганические соединения, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) и гидрофобизатор (ГКЖ) на структуру цементного камня, а также на коррозионную стойкость.

Введение. Созданию и исследованию комплексных добавок, улучшающих коррозионную стойкость бетонов, предшествовали работы связанные с защитой железобетонных конструкций на п/о «Беларуськалий».

Агрессивными средами в цехах, названного выше предприятия, являются водные растворы солей хлоридов и сульфидные растворы солей хлоридов и сульфатов калия, натрия и магния. Температура агрессивных сред в некоторых местах участках свыше 50 °С.

Нестойкость железобетонных ограждающих конструкций эстакад трубопроводов и других сооружений связано с высокой влажностью газовых сред, достигающих 75% при наличии аэрозоле а также содержанием хлористого водорода (до 1,5 мг/м³), аминов (до 0,3 мг/м³), сернистого газа (до 3 мг/м³), а также с попеременным замораживанием и оттаиванием бетона насыщенного солями в зимний период.

В качестве основных добавок улучшающих коррозионную стойкость бетонов были использованы

а) кремнеорганические;

б) на основе легкорастворимых клеевых соединений (КМЦ).

Применение добавок, полученных из тяжелых смол пиролиза путем сульфирования делает возможные решение наиболее эффективных путем повышения стойкости бетонных и железобетонных конструкций к воздействию окружающей среды меру управления структурой бетона в период ее формирования, наряду с добавками перечисленными выше.

Получение суперпластификаторов из отходов нефтехимической промышленности, на лабораторных установках, было выполнено в ПГУ.

Обе эти добавки, улучшающие основные физико-механические свойства бетонных смесей в конечном итоге ведут и к улучшению эксплуатационных свойств бетонов, работающих в агрессивных солевых средах. Исследования проводились на мелкозернистом бетоне состава 1:3. Использовался порландцемент ПЦ500ДО и песок $M_{кр} - 2,1$. Исследуемые составы предполагаются использовать для восстановления разрушившегося от коррозии защитного слоя бетона. Испытания балочек 40X40X160 проводились согласно ГОСТ 310.4-8 по определению предела прочности на изгиб и на сжатие, а также на коррозионную стойкость по существующим методикам. В количественном отношении добавки от веса цемента составляли (в % кремнеорганические – 0,2%, легкорастворимых клеевых соединений 0,5 – 1,0%, СП 0,3 – 1,0%)

Все добавки вводились вместе со средой затворения после приготовления сухих цементно-песчаных смесей условия хранения образцов – нормальновлажностные.

Результаты испытаний показали, что применение суперпластификаторов делает возможным уменьшение среды затворения и получения:

а) в сочетании с добавками на основе легкорастворимых клеевых соединений по отношению к образцам изготовленным только с одной добавкой прирост соответственно прочности

на сжатие в 1,1 раза

на изгиб в 0,8 раза;

б) в сочетании с кремнеорганическими добавками по отношению опять же к образцам изготовленным только с одной кремнеорганической добавкой прирост прочности соответственно

на сжатие в 1,7 раза

на изгиб в 1,4 раза.

В случае достижения максимальной подвижности сохраняется и прирост прочности:

а) на 40%;

б) на 60%.

От прочности образцов, в которых использована только одна добавка: либо КМЦ или кремнеорганическая.

При определении коррозионной стойкости образцы помещались в раствор $CaCl_2$ концентрации 30 гр соли на 100 мл воды при температуре среды 50 °С. Промежуточные испытания образцов проводились через 7 суток. Результаты испытаний показали, что после взвешивания потеря массы всех образцов не превысила 3%, потеря прочности для образцов с добавкой легкорастворимых клеевых соединений и для

образцов с кремнеорганической добавкой, а также для образцов с комплексными добавками соответственно составили в первом случае – 5%, во втором – 2%.

При этом так – же исключается или значительно снижается капиллярный подсос жидкости в бетон.

Кремнеорганические добавки могут быть использованы в бетонах нормального твердения и подвергающихся гидротермальной обработке, применяемых при изготовлении обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций для гражданского, промышленного и других видов строительства.

Проведем анализ всех цементно–песчаных растворов с использованием добавок при разных условиях твердения.

Работы проводились в соответствии с требованиями защиты металлических ферм от коррозии.

Из литературных данных известно применение добавок КМЦ и ГКЖ-10 как добавки увеличивающие коррозионную стойкость мелкозернистых бетонов.

Произведем наблюдения и зафиксируем изменение раствора в зависимости от состава раствора и количества добавки. Исходя из технических требований на такой раствор не представляло возможности нанести на трубу, так как был сухой.

Для того чтобы раствор приобрел удобную наносимость, нами было применена добавка СП, которая улучшает состояние цементно – песчаного раствора. При увеличении водоцементного отношения мы увеличиваем вес раствора и вследствие чего увеличивается адгезия. Введение добавки СП дало нам уменьшение вибрации и увеличился расплыв конуса.

Воспользуемся данными, которые были получены нами. Первый состав контрольный. Мы взяли 500 г цемента, песка – 1500 г фракции, и по расплыву конуса (105<107<110) определили нужное количество воды (275 г) После замеса раствор поместили в форму и привибрировали.

Второй состав – состав в котором мы применили добавку КМЦ – 0,5% отвеса цемента из 1% от веса цемента. КМЦ растворили в воде так, чтобы полученная эмульсия не превышала 275г. Эмульсия – клейкая жидкость. После перемешивания раствор оказался сухой. На встряхивающемся столике конус расплылся на 101 мм, а верхняя часть конуса при этом разрушилась.

Раствор поместили в форму и привибрировали на виброплощадке (В.В. = 3,45 мин) до появления цементного молока.

При 1% конус остался неизменным 100 мм, почти весь разрушился после 30 ударов на встряхивающемся столике.

Раствор поместили в формы и в течении 3 минут вибрировали на виброплощадке до появления цементного молока.

Третий состав – состав в котором была применена добавка ГКЖ – 205 мл ГКЖ растворили в воде. С введением добавки в воду никаких зрительных изменений не произошло за исключением изменения цвета, под цвет добавки (светло-коричневый). После перемешивания раствор поместили на встряхивающую площадку. Раствор увеличил свою подвижность, что и видно из расплыва конуса (107 мм). Затем раствор поместили в форму и привибрировали в течении 2,5 минуты.

В четвертом составе мы решили скомбинировать (смешать добавки КМЦ и ГКЖ оставляя – В/Ц = const, В = 275 мл). После размешивания раствор поместили на встряхивающий столик. После 30 ударов конус расплылся на 105 мм, что на 2 мм меньше третьего состава. Время вибрации (до появления цементного молока) составило 2,15 мин.

В пятом составе были смешены две добавки КМЦ – 0,5% СП – 5 мл.

Подвижность раствора увеличилась, что видно из расплыва конуса (107 мм) и время вибрации сократилось до 2 мин.

В шестом составе нами были использованы добавки ГКЖ – 2,5 мл и СП – 5 мл.

После перемешивания подвижность раствора уменьшилась, что и подтверждает расплыв конуса (104 мм). Время вибрации увеличилось до 2,3 мин.

В седьмом составе мы скомпоновали все три добавки ГКЖ – 2,5 мл, СП – 5 мл и КМЦ – 0,5% от веса цемента. Подвижность раствора еще более уменьшилась. Расплыв конуса составило (102 мм), а время вибрации составило 2,45 ±0,15 мин.

После замеса все семь составов были подвергнуты различным условиям твердения.

После распалубки балочки были помещены:

1. Замес твердения в нормально – влажных условиях.
2. Замес твердения в воздушно – сухих условиях.
3. Пропарка (8 часов) и твердения в нормально – влажностных условиях.

После семисуточного твердения по одной из балочек из каждого состава мы провели испытание на прочность и на изгиб. Результаты измерений помещены в таблице №1.

Таблица №1. – Твердение в нормально влажностных условиях

Изгиб кгс/см ²	15,1	21,7	15,6	32,8	28,8	20,9	38,8	25,9
Сжатие кгс/см ²	14,0	18,0	10,5	39,5	28,5	18,5	35,0	28,0

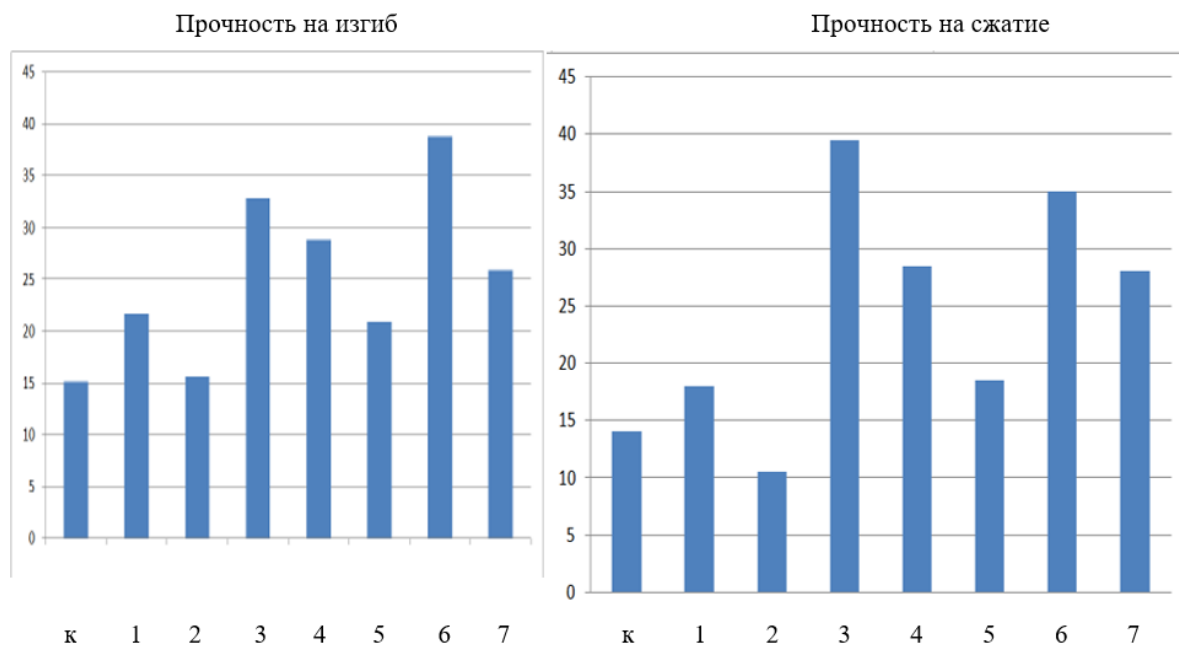


Таблица №2. – Твердение в воздушно-сухих условиях

Изгиб кгс/см ²	24,5	20,6	26,1	34,5	21,5	19,2	25,6	37,8
Сжатие кгс/см ²	19,5	13,5	9,5	19,5	13,5	11,0	11,5	18,5

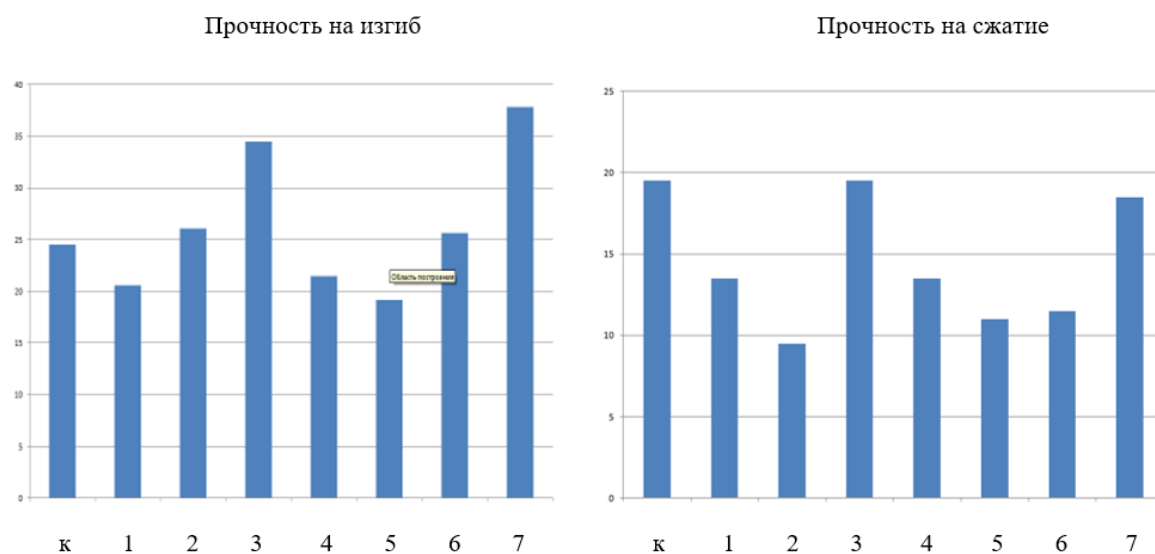


Таблица №3. – После пропарки и твердения в нормально-влажностных условиях

Изгиб кгс/см ²	36,2	21,5	27,1	35,9	34,6	48,2	42,2	29,7
Сжатие кгс/см ²	14,5	20,0	13,0	12,0	13,0	17,5	19,0	12,0

**Выводы:**

а) при использовании комплексных добавок и либо легкорастворимых клеевых соединений, либо кремнеорганических делает возможным уменьшение В/Ц отношение и получать значительный прирост прочности как на сжатие, так и на изгиб.

б) при использовании комплексных добавок, рассмотренных выше, делает возможным их использовании получать высокопрочные смеси при сохранении прироста прочности и обеспечить коррозионную стойкость бетона.

Одной из наиболее эффективных путей повышения стойкости бетонных и железобетонных сооружений к воздействию окружающей среды является управление структурой бетона в период ее формирования, что достигается введением в бетонную смесь добавок поверхностно – активных веществ, в частности кремнеорганических соединений различного типа. Кремнеорганические соединения, применяемые в качестве добавок к бетону, выделяют в бетонную смесь некоторое количество газа (водорода) при контакте щелочной средой или оказывают воздухововлекающее действие. И то, и другое способствует созданию благоприятной, с точки зрения долговечности структуры бетона. Кроме того, добавки гидрофобизируют стенки пор и капилляров, что приводит к снижению адгезии к ним льда и кристаллов солей в случае одновременного действия растворов солей и замораживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ибрагимов Р.А. Влияние модификации связующего с помощью суперпластификатора и механической активации на механические свойства бетона высокой плотности. ZKG International. 2016. № 6. – 34–39 с.
2. Кирсанова А.А., Крамар Л.Ю. Добавки на основе метакаолиновых свойств в бетоне. Серия конференций: Материаловедение и инженерия. 2015. № 71
3. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Кардумян Г.С. Новые модифицированные бетоны. М.: Типография «Парадиз», 2010. – 258 с.
4. Каприелов С.С., Травуш В.И., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кардумян Г.С., Киселева Ю.А., Пригоженко О.В. Модифицированные бетоны нового поколения в зданиях ММДЦ «Москва-Сити». Строительные материалы. 2006. № 10. С. – 13–18 с.
5. Р.Р. Богданов, Р.А. Ибрагимова. Процесс гидратации и структурообразования модифицированного самоуплотняющегося бетона. Журнал гражданского строительства, № 5, 2017.
6. Ю. Г. Барабанщиков. Влияние суперпластификаторов на свойства бетонной смеси. Журнал гражданского строительства, № 6, 2017.
7. Г. М. Кондрашов, Коррозионная стойкость бетонов, модифицированных виниловыми латексами / Бетон и железобетон 2006 – №5, – 22–25 с.
8. Калмыков Л. Ф. Эффективные добавки на основе отходов химической и нефтехимической промышленности Беларуси для бетонов и растворов, – 47 с.
9. J.H. Фарран, Д.Н. Шабанов / Физико-механические и структурообразующие параметры бетона / Европейское и национальное измерение в исследованиях, 2018. – 37–41 с.
10. О. Т. Сергеевна, Анतिकоррозийная и антикоррозийная защита железобетонных мостовых конструкций / Интернет-журнал «НАУКА» - выпуск 5 (24), сентябрь–октябрь 2014 / 4–6 с.