

## МОРОЗОСТОЙКОСТЬ БЕТОНА, ПРОПИТАННОГО СОЛЯМИ

Н.Г. Бровкина, Б.И. Верченко, К.С. Горн

*Представлены результаты исследования морозостойкости тяжелого бетона, пропитанного комплексами или отдельными солями композиций проникающей гидроизоляции. Показано, что такой прием значительно повышает морозостойкость.*

*Ключевые слова: морозостойкость, тяжелый бетон, соли проникающей гидроизоляции.*

### ВВЕДЕНИЕ

Область применения тяжелого бетона сегодня достаточно широка. Многие изделия и конструкции эксплуатируются в условиях интенсивного воздействия воды, знакопеременных температур с замораживанием и высушиванием. Это, прежде всего различные мостовые, берегоукрепительные, канализационные, водопропускные и очистные сооружения, различные конструкции из дорожного бетона. Проблема гидроизоляции строительных конструкций, подвергающихся воздействию подземных и поверхностных вод, всегда была одной из наиболее сложных. Сохранение эксплуатационных свойств на весь период жизни бетонного или железобетонного сооружения является чрезвычайно актуальной.

Определяющим фактором водонепроницаемости, а также других основных свойств бетона, таких как прочность, морозо-, атмосферо-, коррозионная стойкость, является пористость цементного камня. Известно, что даже незначительное по объему варьирование пористости в материалах приводит к резкому изменению их свойств. При умении контролировать поровую структуру, можно повышать показатели свойств и долговечности бетона.

В последние годы в практике строительства широкое распространение получили так называемые гидроизолирующие композиции проникающего действия для бетонов. Как правило, они представляют собой сухую смесь, включающую песок, цемент и различные соли. Однако, кроме сведений рекламного характера и общих теоретических рассуждений, в литературе отсутствуют данные, как по составам таких композиций, так и по механизму их действия, а также взаимосвязи с изменением других свойств цементных бетонов.

### СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве сырьевых материалов использовались портландцемент М 500 Д0 «Ис-

китимцемент». Бетонные смеси изготавливались из щебня фракции 5-10 мм Веркатунского карьера и песка из поймы реки Обь с модулем крупности 1,2. Использовались соли, представляющие собой химические реактивы для анализа.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Ртутно-порометрические исследования цементного камня проводились на автоматическом порометре фирмы Micromeritics (США) AutoPore 9200, работающего при давлении до 400 МПа.

Испытание на морозостойкость проводилось на бетонных образцах размерами 100x100x100 мм, выполненных из бетона марки 300 с осадкой конуса 4-6 см. Для каждого испытания изготавливалось по 4 образца: 2 – для тепло-влажностной обработки (ТВО) и 2 – для твердения в нормальных условиях в течение 28 суток с относительной влажностью 95-100% и температуре 20°C±2°C. ТВО проводилась по режиму 3+6+3 часа при температуре изотермической выдержки 60°C. После твердения при ТВО и нормальных условиях, образцы высушивались 1 сутки в сушильном шкафу при температуре 45°C, после чего обрабатывались растворами солей. После обработки солями образцы, выдержанные не менее суток в комнатных условиях, водонасыщались по ГОСТ 10060.0-95 перед их испытанием на морозостойкость.

Далее, образцы подвергались испытанию на дилатометре, для ускоренного определения морозостойкости бетона по ГОСТ 10060. 3-95 (по 2 образца на каждое испытание).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее опубликованные нами данные по исследованию фазового состава цементного камня, пропитанного после твердения солями проникающей гидроизоляции, свидетельствуют о том, что это приводит к взаимодей-

вию солей с составляющими цементного камня с образованием главным образом различных AFt, AFm фаз и гидроксо-соединений [1].

Наличие дополнительных новообразований в уже затвердевшем камне должно снижать его пористость. Для подтверждения этого был проведен анализ ртутной порометрии образцов, пропитанных некоторыми солями (рисунок 1).

Из рисунка 1 видно, что суммарная пористость образцов, обработанных растворами солей уменьшается. При этом наблюдается существенное сокращение пор размером  $10^4 > r > 10^3 \text{ \AA}$ , то есть пор капиллярного характера, располагающихся между малогидратированными частицами цемента, а также в массе кристаллизующихся новообразований. Объем пор радиусом  $1000 \text{ \AA}$  (100 нм) -  $10000 \text{ \AA}$  (1000 нм) уменьшается на 60-65%. Заметно снижение (на 40%) количества микропор радиусом  $10^3 > r > 10^2 \text{ \AA}$ , возникающих между отдельными кристаллами гидратов и их сростками в массе новообразований.

Контролируя поровую структуру цементного камня, можно повышать не только показатель водонепроницаемости, но и морозостойкости. Оценка морозостойкости проникающей гидроизоляции проводилась посредством испытания бетонных образцов-кубов, пропитанных растворами солей или с введением солей в бетонную смесь.

В ходе проведения испытаний были получены следующие результаты: бетонные образцы, прошедшие пропарку и затем обра-

ботанные гидроизоляцией проникающего действия композиций "Акватрон" и "Кальма-трон", а также отдельными солями, входящими в их состав, показали результаты по морозостойкости выше по сравнению с контрольным необработанным образцом (рисунок 2). Аналогичная картина наблюдается и по результатам испытаний бетонных образцов после твердения в нормальных условиях (рисунок 3).

Как видно из данных рисунков 4 и 5, больший прирост морозостойкости наблюдается для бетона, прошедшего ТВО по сравнению с нормальными условиями твердения. Это объясняется большей дефектностью структуры бетона, подвергающегося ТВО. Введение солей в бетонную смесь, как правило, дает меньший эффект, особенно при ТВО.

### ВЫВОДЫ

Таким образом, пропитка бетона солями или комплексами солей после его твердения увеличивает морозостойкость. Прирост морозостойкости особенно значителен для бетона, подвергнутого пропариванию. Отдельные соли могут повысить его морозостойкость в 1,5-2 раза. Для бетона, твердеющего в нормальных условиях этот эффект менее выражен, но и этом случае его морозостойкость можно повысить в среднем на 25-50%. Введение солей в бетонные смеси менее эффективно по сравнению с пропиткой уже затвердевшего бетона.

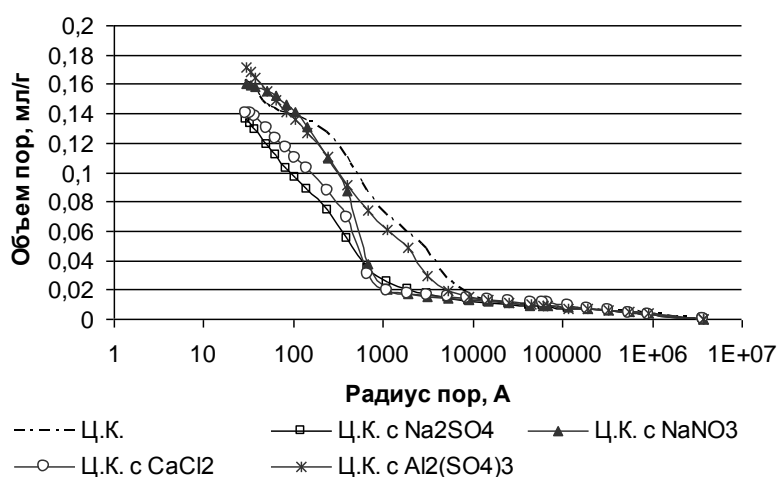


Рисунок 1 – Распределение пор по размерам в образцах, обработанных растворами солей CaCl<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

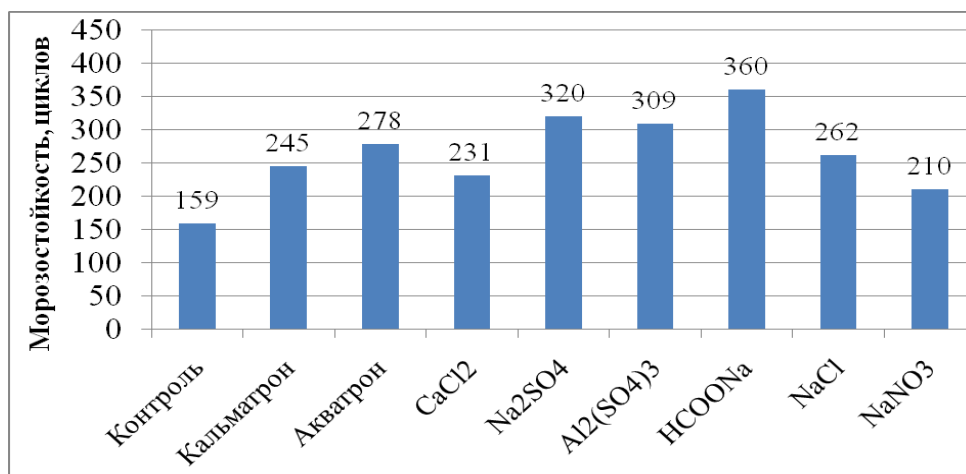


Рисунок 2 – Морозостойкость бетона, прошедшего ТВО и затем пропитанного полным комплексом солей проникающей гидроизоляции или отдельными солями

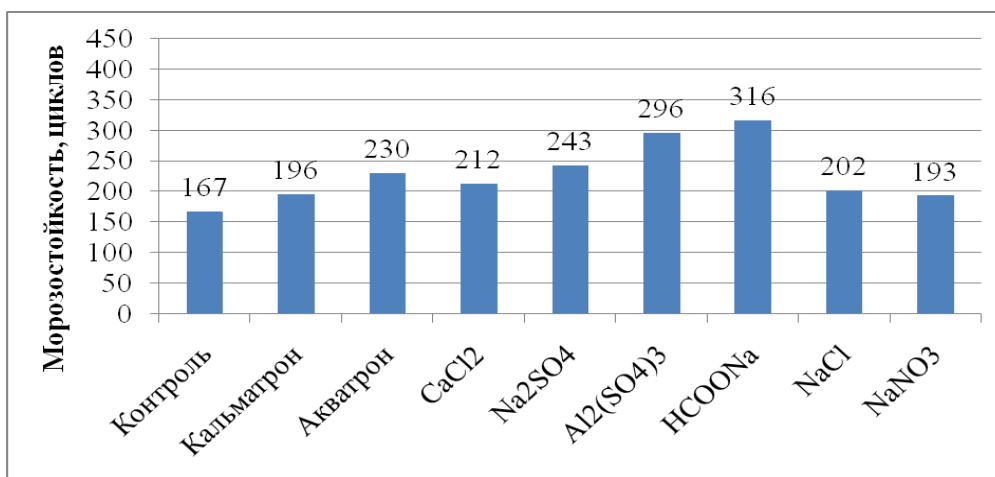


Рисунок 3 – Морозостойкость бетона, твердевшего в нормальных условиях в течение 28 суток и затем пропитанного полным комплексом солей проникающей гидроизоляции или отдельными солями

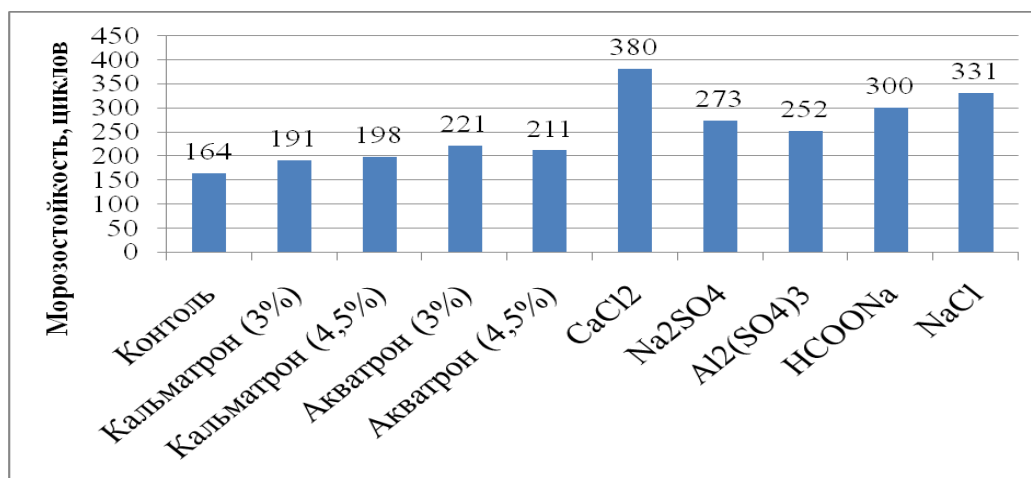


Рисунок 4 - Морозостойкость бетонных образцов, прошедших ТВО, с введёнными вовнутрь композициями проникающей гидроизоляции и отдельными солями

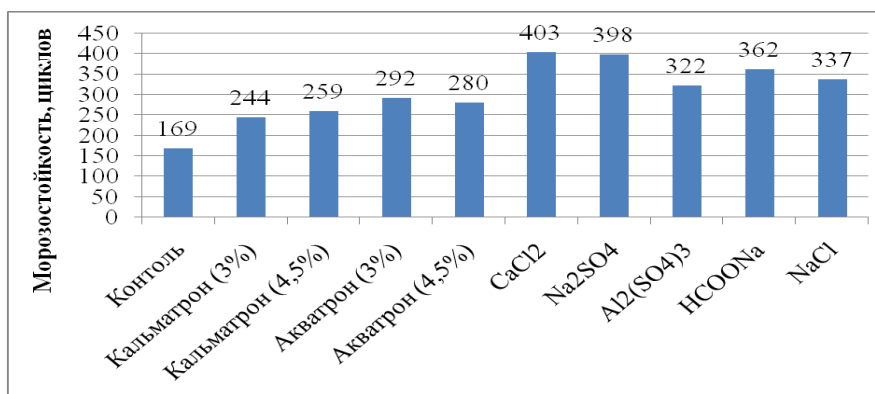


Рисунок 5 – Морозостойкость бетонных образцов, твердевших в нормальных условиях в течение 28 суток, с введёнными вовнутрь композициями проникающей гидроизоляции и отдельными солями

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчаренко Г.И. Роль солей в составах гидроизоляции проникающего действия для бетонов [Текст] / Г.И. Овчаренко, Н.Г. Бровкина, В.Г. Быков, М.П. Изосимов // Известия вузов. Строительство. – Новосибирск, 2010. – С. 28 – 34.
2. Бровкина Н.Г. Влияние солей проникающей гидроизоляции на фазовый состав и пористость цементного камня [Текст] / Н.Г. Бровкина, Г.И. Овчаренко, В.Г. Быков, М.П. Изосимов // Вестник Южно-

Уральского государственного университета. – Челябинск, 2010. – С. 19 – 21.

**Бровкина Н.Г.** – аспирант, Алтайский государственный технический университет; **Верченко Б.И.** – главный инженер Майминского ЖБИ; **Горн К.С.** – аспирант, Алтайский государственный технический университет, E-mail: egogo1980@mail.ru.

УДК 691.328

## САМОНАПРЯЖЕННЫЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

А.В. Вебер, Л.С. Брыкина, О.А. Гаин, Ю.А. Веригин

*В статье освещены основы использования высококальциевых зол уноса ТЭЦ в качестве расширяющейся добавки для самонапряженных бетонов. Приведены результаты исследований самонапряжения, даны рекомендации по применению самонапряженных бетонов.*

*Ключевые слова: самонапряженный бетон, напрягающий цемент, расширяющаяся добавка, высококальциевые золы ТЭЦ.*

#### ВВЕДЕНИЕ

Отличительной особенностью железобетона является большая разность, в несколько десятков раз, предельных деформаций стали и бетона при растяжении. Подобное явление обуславливает применение напрягаемой арматуры в изгибаемых и растянутых элементах конструкций. Предварительно напряженные железобетонные конструкции (ПНЖБК) получили широкое распространение во всех отраслях строительства, ввиду их большей жесткости, выносливости, трещиностойкости, прочности, уменьшенного расхода ста-

ли за счет применения напрягаемой арматуры высоких марок, по сравнению с ненапряженными ЖБК. Создание натяжения арматуры в классической заводской технологии производства ЖБК осуществляется: перед бетонированием конструкции – натяжением на упоры механическим, электротермическим или комбинированным способом (преднапряженные ЖБК), после бетонирования конструкции – натяжением на бетон механическим способом (постнапряженные ЖБК).

Подобная технология сложна и трудоемка, сложно осуществима при монолитном