

Седов А.В., канд. техн. наук, Фоменко Е.А.

## **ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Наиболее эффективным практическим способом ликвидации гололёда (стекловидного льда) на дорожных покрытиях является химический способ (помимо механического и фрикционного), основанный на обработке дорожного покрытия противогололёдными материалами в виде солевых смесей, проводимый с учетом природных условий, наличия техники, оборудования, профилактики образования зимней скользкости, а также состояния дорожного покрытия. Обработка приводит к переводу снежно-ледяных отложений в жидкое состояние, к возможности своевременной очистки дорожного покрытия после химической обработки [1].

Существенным недостатком, образующихся в результате этого, водных растворов хлоридов является их агрессивное воздействие на бордюры, железобетонные элементы мостов и поверхностного водоотвода.

Прежде всего, это объясняется тем, что растущие солевые кристаллы способны оказывать разрывающее давление на стенки пор, в которых они кристаллизуются. Это давление может составлять до 55 МПа и выше, что выше прочности большинства строительных материалов. Гигроскопичная природа многих солей, проявляющаяся в постоянной кристаллизации и повторном растворении, может очень быстро разрушить микроструктуру камня, оказывая высокое давление на стенки его пор.

Но это, оказывается, еще не все. Эти солевые отложения сами по себе характеризуются микропористостью, которая, в сочетании с гигроскопичной природой этих солей, обуславливает адсорбцию воды в этих порах. В случае замерзания этой адсорбированной в солевых отложениях воды, давление на стенки пор многократно усиливается, ускоряя процесс разрушения конструкции. Повторение циклов "замораживание - оттаивание", когда вода, превращаясь в лед и увеличиваясь в объеме, создает давление, приводящая к появлению трещин и разрушению бетона [2].

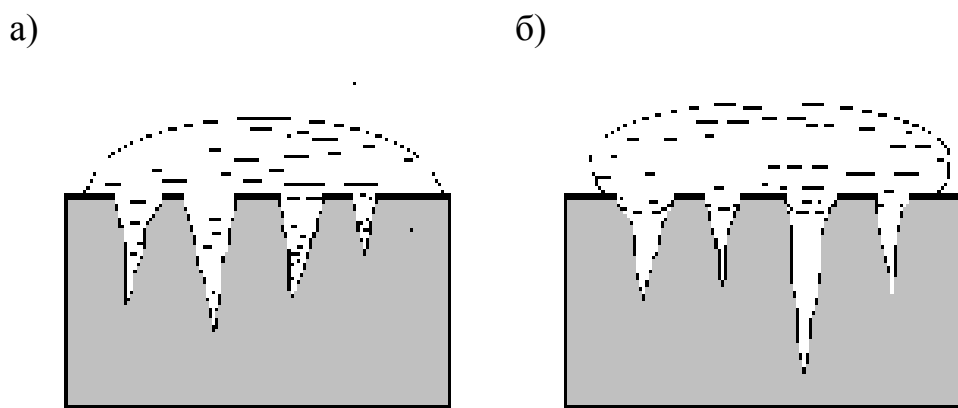
Строительные же растворы низкой прочности способны разрушаться даже в результате циклического гигроскопического набухания и усадки таких солевых отложений.



**Рисунок 1** - Разрушение поверхности цементобетона под воздействием солевого раствора

Следовательно, одним из важных факторов, которые влияют на срок службы дорожных цементобетонов, является надежная их гидроизоляция. При применении хлористых противогололедных материалов дорожные цементобетонные покрытия, бетонные элементы искусственных сооружений, склонные к агрессивному действию этих материалов, следует обработать гидрофобизирующими составами. К ним относятся кремнийорганические соединения - полимеры со сравнительно небольшой (от 500 до 2500) молекулярной массой. Они являются смесями макромолекул линейного и небольшого количества циклического строения.

Эти полимеры термостойки, застывают при достаточно низких температурах, а их вязкость мало изменяется в диапазоне температур от минус 60 °С до плюс 250 °С. Кремнийорганические жидкости хорошо растворимы во многих органических растворителях, но практически не растворимы в воде и спиртах. На них не действуют растворы кислот и щелочи. При нанесении кремнийорганических жидкостей на обрабатываемую поверхность происходит процесс поликонденсации с появлением на поверхности нерастворимой водоотталкивающей пленки (рис.2).



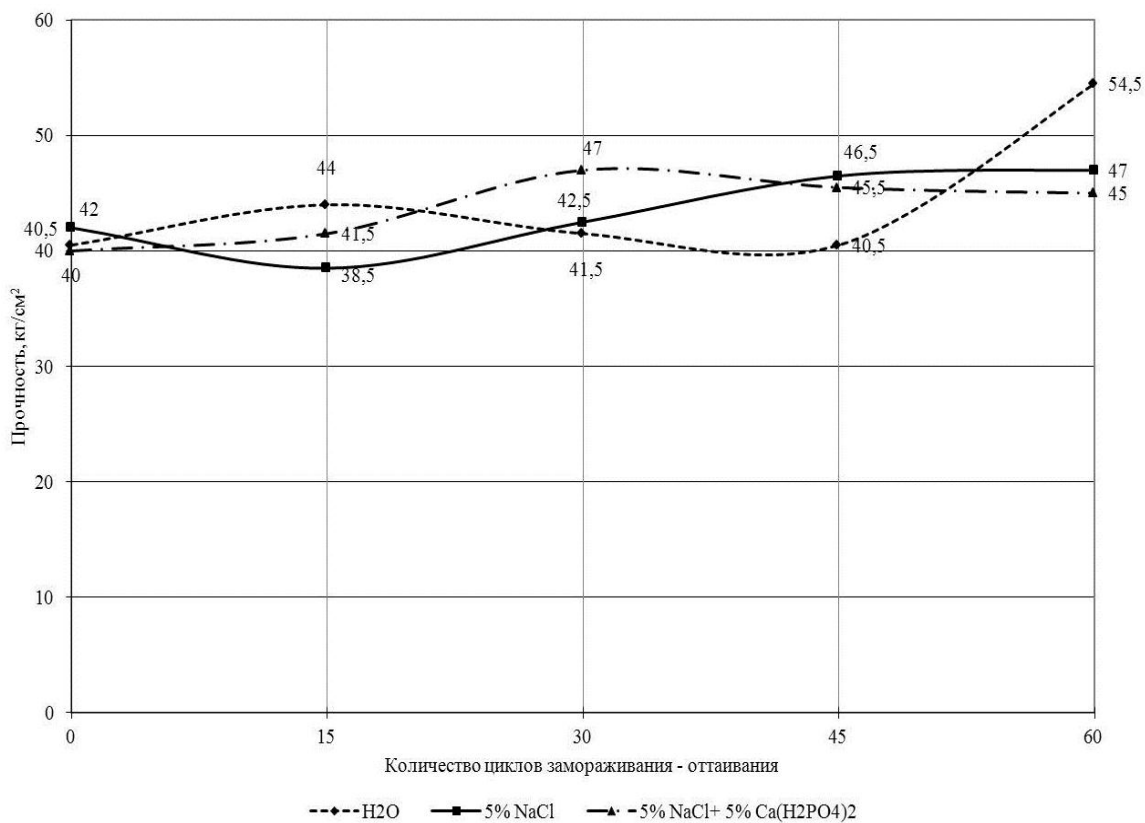
**Рисунок 2** - Схема контакта льда с поверхностью покрытия:

- а) до обработки кремнийорганической жидкостью;
- б) после обработки кремнийорганической жидкостью

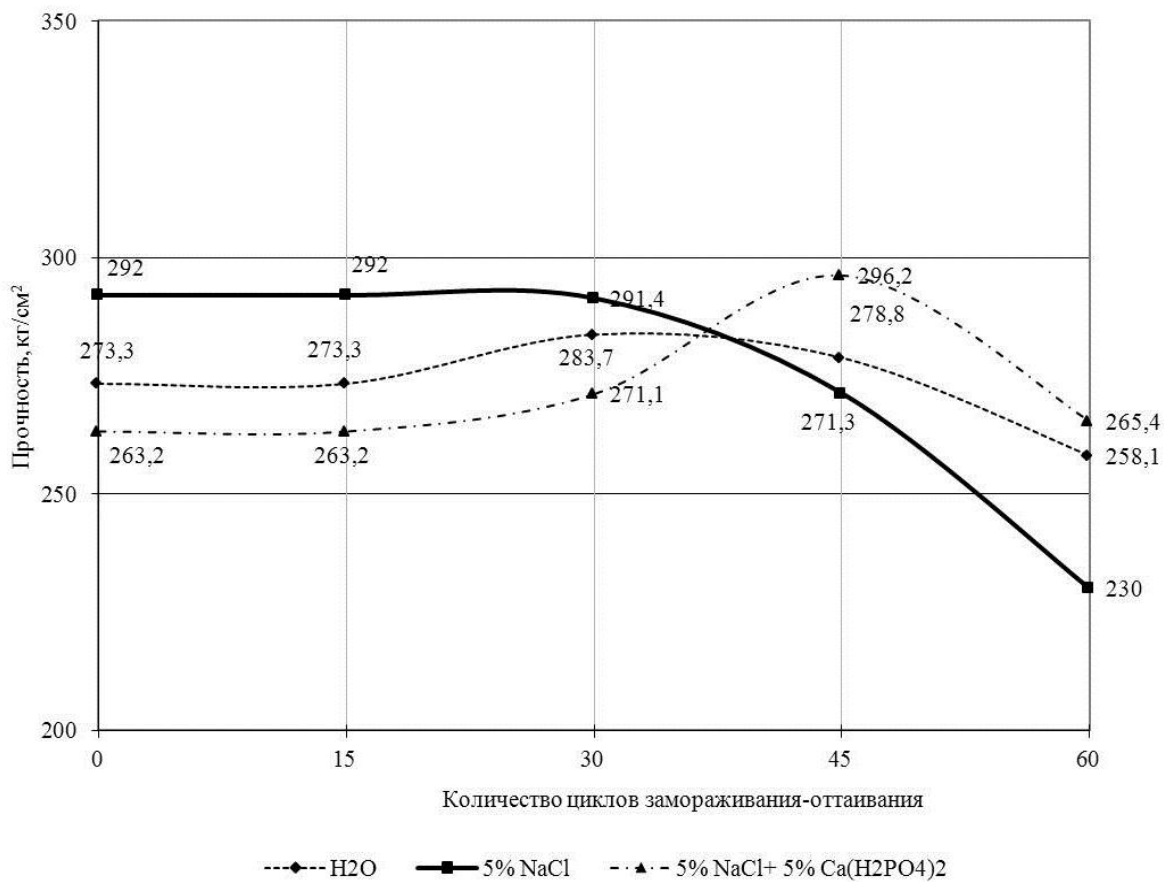
При поверхностной гидрофобизации растворами кремнийорганических соединений, обладая низкими вязкостью и поверхностным натяжением, глубоко проникают поры материала. Глубина проникания тем больше, чем ниже поверхностное натяжение и вязкость гидрофобизатора и выше пористость материала. Стенки пор и микротрещин покрытия, обработанного гидрофобизатором, в результате поверхностных химических реакций и процессов сорбции обволакиваются тонкой водоотталкивающей пленкой.

На кафедре строительства и эксплуатации дорог ХНАДУ выполнены исследования по комплексному влиянию хлористых противогололедных материалов и циклов замораживания – оттаивания на цементобетон обработанный ГКЖ-11Н. Влияние растворов хлористых противогололедных материалов на цементобетон оценивали по показателям прочности на сжатие и изгиб на образцах – балочках размером  $0,04 \times 0,04 \times 0,16$  м после соответствующего количества циклов замораживания-оттаивания в воде и растворах противогололедного материала, в сравнении с показателями прочности образцов к началу испытаний на 28 сутки твердения [3, 4].

После насыщения образцы подвергались циклическому замораживанию – оттаиванию согласно ДСТУ Б. В. 2.7-42-97. Замораживание образцов цементобетона проводилось при температуре минус  $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 1,5 часов, оттаивания – при плюс  $20^\circ\text{C}$  также в течение 1,5 часов. Анализ результатов экспериментальных исследований, приведенный на рис. 3-4, позволяет констатировать следующее.



**Рисунок 3** - Прочность на растяжение при изгибе цементобетона для строительства дорожных покрытий



**Рисунок 4** - Прочность на сжатие цементобетона для строительства дорожных покрытий

Характер изменения прочности на растяжение при изгибе бетонных образцов, подвергнутых поверхностной обработке гидрофобизатором, отличается от характера зависимости прочности при сжатии от количества циклов замораживания-оттаивания.

В результате циклического действия знакопеременных температур прочность на растяжение при изгибе растет для бетонов, насыщавшихся в воде и водном растворе технической соли. Для бетона, который насыщался водным раствором  $\text{NaCl} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , прочность не изменяется в течение всего периода испытаний (60 циклов). В то же время, после достижения 45 циклов замораживания-оттаивания в разных средах, прочность бетона на сжатие начинает существенно снижаться. Отличие в характерах зависимостей можно объяснить тем, что в результате гидрофобизации бетона, пропитывающий состав проникает неглубоко, но на достаточную глубину, чтобы способствовать повышению прочности на растяжение. Это объясняет нормируемая схема проведения испытания, согласно, которой наибольшие растягивающие напряжения возникают на поверхности, имеющей большую прочность и защищенную от проникновения водной среды.

В отличие от прочности при растяжении, прочность при сжатии образцов бетона сначала не изменяется, что можно объяснить гидрофобизацией поверхности, которая препятствует проникновению агрессивных сред в бетон. Бетон находится как бы в защитной «обойме». Об этом свидетельствует также постоянство значений прочности для образцов, в первые 45 циклов испытаний. Но, в результате действия знакопеременных температур внутри структуры бетона продолжают накапливаться микродефекты, что приводит, в конечном итоге, к снижению его прочности. Поэтому для составов, обработанных гидрофобизатором, критическими являются 45 циклов замораживания-оттаивания независимо от состава агрессивной среды.

## Литература

1. Современные взгляды в Европе по вопросу улучшения методов борьбы со снегом и льдом. «Борьба со снегом и гололедом на транспорте». – М., Транспорт, 1986.
2. Баталин Б., Крафт В. О солестойкости дорожных бетонов // Строительство и недвижимость, 2005.
3. ДСТУ Б.В.2.7-43-96. Бетони важкі. Технічні умови.
4. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.