

дробления доломита. Указанный отсев дробления содержит большое количество мелких частиц фракции менее 0,315 мм. (более 50%), которые способны растворяться в концентрированной уксусной кислоте с образованием ацетатов кальция и магния. При этом более крупные частицы доломита могут адсорбировать их на своей поверхности и в порах, обеспечивая затем замедленное растворение при контакте со снежноледяными отложениями на дороге. Такой противогололедный материал за счет солей на его поверхности расплавляет лед и проникает в глубь, обеспечивая длительное время повышенную шероховатость дорожного покрытия, требуемую для сцепления с колесами автомобилей. Под действием колес абразивные твердые частицы доломита интенсивно разрушают слой снега и льда, затем переносятся из освободившейся от зимней скользкости зоны наката на оставшиеся снежно-ледяные отложения, где за счет солей в порах частиц доломита продолжается их плавление. Таким образом, достигается длительный противогололедный эффект за счет миграции по проезжей части пропитанных солями частиц доломита.

В технологическом плане приготовление и применение нового противогололедного материала не вызывает затруднений о чем свидетельствуют опытно-технологические работы, выполненные в РУП «Белавтострада».

### **К вопросу возможности доработки методик определения коррозионной активности противогололедных материалов**

Юшкевич А.В.

Белорусский национальный технический университет  
(руководитель Бондаренко С.Н.– канд. хим. наук. доцент, БНТУ)

В составе противогололедных материалов используемых в РБ широко применяют компоненты, содержащие агрессивный анион хлора и активный катион магния, т.е. компоненты, имеющие коррозионно - активные свойства. Эти компоненты входят в состав хлорида калия, поваренной соли, минерального концентрата галита, рапы, и других противогололедных хлорсодержащих рецептур (составов) и могут вызывать протекание коррозионных процессов в металлической арматуре, так же, как и коррозионное

разрушение цементного камня в составе (этой) железобетонной конструкции или необратимое ухудшение свойств и характеристик бетона в составе поверхностного слоя конструкции дорог.

Статистика разрушений дорожных покрытий, которым способствует периодическое использование (сезонное применение) противогололедных составов, требует более детального изучения на предмет влияния вышеупомянутых коррозионно-активных компонентов (процессов) на (периодическую) необходимость проведения ремонтных работ, связанных с разрушением поверхностного слоя дорожного покрытия.

Информация о механизмах и закономерностях протекания коррозионных процессов необходима также для разработки комплекса мероприятий по улучшению качества и повышению долговечности автомобильных дорог.

При использовании противогололедных материалов необходимо учитывать возможность того, что материалы дорожного покрытия могут подвергаться отрицательному воздействию, в первую очередь, воды и водных растворов различных компонентов, входящих в состав противогололедных материалов, в том числе различных агрессивных неорганических и органических веществ и их растворов, а также газов, вызывающих химическую коррозию. Многократно повторяющиеся процессы увлажнения и высыхания, а также замерзания и оттаивания, часто в насыщенном водой состоянии, способствуют проникновению и внедрению в поры и капилляры, другие структурные дефекты цементного камня и бетона различных новообразований.

В результате капиллярного подсоса минерализованных вод, их испарения, кристаллизации и перекристаллизации, обменных и других физико-химических процессов, продукты таких превращений могут отлагаться в порах, капиллярах, трещинах и т.п., генерируя вредные напряжения в структуре материала дорожного покрытия. Необходимо отметить, что разрушающее влияние на бетон различных агрессивных факторов обычно усиливается его напряженным состоянием, возникающим под действием интенсивных механических нагрузок.

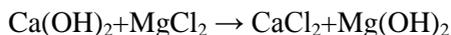
Проблема долговечности цементов и бетонов изучалась еще с конца XIX в. многими исследователями, установившими причины и

факторы коррозии и предложившими эффективные меры по увеличению стойкости этих материалов (А. Р. Шуляченко, В. И. Чарномский, А. А. Байков, В. А. Кинд, В. Н. Юнг и др.).

В. М. Москвин разделяет коррозионные процессы, возникающие в цементных бетонах при действии водной среды, по основным признакам на три группы. К первой группе (коррозия I вида) он относит процессы, протекающие в бетоне под действием вод с малой временной жесткостью. При этом некоторые составляющие цементного камня растворяются в воде и удаляются при ее фильтрации сквозь толщу бетона.

Ко второй группе (коррозия II вида) относятся процессы, развивающиеся в бетоне под действием вод, содержащих вещества, вступающие в химические реакции с цементным камнем. Образующиеся при этом продукты реакций либо легко растворимы и уносятся водой, либо выделяются на месте реакции в виде аморфных масс, не обладающих вяжущими свойствами. К этой группе могут быть отнесены, например, процессы коррозии, связанные с воздействием на бетон различных кислот (органических и неорганических), магниезальных и других солей.

Чисто магниезальная коррозия цементного камня и бетона наступает в результате действия на них растворимых солей магния (кроме  $MgSO_4$ ). В этом случае между гидроксидом кальция цементного камня и, например, хлористым магнием происходит реакция по схеме:



Гидроксид магния очень плохо растворим в воде, поэтому такая реакция идет до полного израсходования  $Ca(OH)_2$  в результате перехода его в ту или иную растворимую соль, вымываемую из бетона. Гидроксид магния образуется в виде бесвязной массы, не обладающей вяжущими свойствами. Под воздействием солей магния возможно разложение гидросиликатов и гидроалюминатов кальция. Все это сопровождается разрушением бетона. Коррозия цемента под действием  $MgCl_2$  становится значительной, если концентрация его в воде превышает 1,5-2 %. При содержании ионов  $Mg_{2+}$  менее 500 мг/л вода считается неактивной по отношению к коррозии цементного камня и бетона.

В третьей группе (коррозия III вида) представлены процессы коррозии, вызванные обменными реакциями с составляющими компонентами цементного камня, которые дают кристаллизующиеся в порах и капиллярах продукты, разрушающие его механически. К этому же виду относятся процессы коррозии, обусловленные отложением в порах камня солей, выделяющихся из испаряющихся растворов, насыщающих материал (бетон).

Обычно на компоненты бетонной конструкции одновременно воздействуют многие агрессивные факторы, но один из них обычно является основным. Для случая корродирующего воздействия противогололедных материалов с материалом дорожного покрытия это, прежде всего, процессы, вызывающие коррозию II вида.

В условиях все более широкого применения противогололедных материалов в практике эксплуатации автомобильных дорог, вышеизложенные факты убедительно обосновывают необходимость разработки методологической основы для проведения ускоренной диагностики состояния покрытий, подвергнутых коррозионному воздействию гололедных материалов, а также разработки доступных методик отслеживания изменений структуры и состава материала дорожного покрытия в дополнение к существующим методам испытания и контроля противогололедных материалов и методам контроля коррозионного состояния стальной арматуры и защитных свойств бетона (МКС 91.120.99, СТБ 1158-2008 и СТБ 116899) [1-3].

Для оценки коррозионной активности противогололедных материалов предлагается использовать, после соответствующей доработки и адаптации, стандартные методы оценки глубины нейтрализации материала дорожного покрытия после воздействия на него нейтральной среды и активных компонентов противогололедных материалов в заданных эталонных условиях, в том числе и специальные электрохимические методики проведения коррозионных исследований с использованием гальванодинамического и потенциодинамического метода [1].

Количественная оценка содержания хлорид - иона в составе образцов дорожного покрытия до и после воздействия коррозионной среды, содержащей коррозионно-активные компоненты, проводится с использованием стандартной методики

осаждения в кислой среде хлорид-иона в виде нерастворимой соли, а для определения содержания растворимого и вымываемого из бетона в раствор  $\text{Ca}_{2+}$  целесообразно использовать общепринятые методики связывания и осаждения ионов кальция из раствора в составе нерастворимой соли [3-6].

Для определения количественных показателей коррозионной активности противогололедных материалов проводится сравнение результатов коррозионных испытаний образцов покрытия в изучаемой коррозионно-активной среде с результатами испытаний этих же образцов, но подвергнутых аналогичной обработке в нейтральной среде.

Для экспресс-оценки загрязнения бетона в структуре дорожного покрытия хлоридами и коррозионной активности металла в железобетоне, что необходимо также и для обеспечения эффективности катодной защиты, представляется перспективным использование электрохимических методик, в частности, измерений стандартного потенциала арматуры и изменений показателей перенапряжений в структуре железобетона.

Измерение удельного электрического сопротивления исходного и подвергнутого коррозии в присутствии противогололедных материалов дорожного покрытия, использование для изучения коррозии гальванодинамического и потенциодинамического метода, методик импедансной спектроскопии позволяет сделать оценку эффективной сквозной пористости материала, рассчитать и сравнить коэффициенты диффузии хлоридов в исходном и прокорродировавшем бетоне, а также провести сравнительную общую оценку интенсивности протекания коррозионных процессов в исследуемом и контрольном образцах.

Анализ современного состояния по вопросу использования электрохимических методик для изучения коррозии бетона и железобетона, для оценки способности бетона к пассивации стальной арматуры в любой момент твердения и хранения бетона, оценки влияния различных видов цементов и добавок к бетонной смеси на коррозионную стойкость бетона и его защитное действие по отношению к стальной арматуре, позволяет сделать заключение о перспективности проведения разработок в этом направлении.

Литература:

1. МКС 91.120.99. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний. (Межгосударственный стандарт)
2. СТБ 1158-2008. Материалы противогололедные для зимнего содержания дорог.
3. СТБ 1482-2004. Бетоны. Методы коррозионных испытаний.
4. В.И. Лукьянычева, М.Г. Фомичева, В.М. Евко, В.Е. Казаринов. – Практика противокоррозионной защиты. – 2003. – №1. – с. 31–39.
5. В.О. Панченко. - Вестник Национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Автоматика и приборостроение», №56, 2008 г. – с. 136-140.
6. Рыбьев И.А. Основы строительного материаловедения в лекционном изложении - М.: Астрель: АСТ : Хранитель. 2006., стр. 568.

## *Доклады студентов*

### **Обоснование конструкции железнодорожного пути на мостах и путепроводах с различными пролетными строениями**

Асецкая Е. К.

Белорусский национальный технический университет  
(руководитель Леонович И.И. д-р. техн. наук, профессор БНТУ)

Аннотация: В мире наблюдается своеобразный ренессанс железнодорожного транспорта. К нему возвращается роль лидера, одного из главных стимуляторов инновационного развития экономики. Это проявляется как во всевозрастающей интенсификации железных дорог, так и в масштабной их модернизации, массовом строительстве новых линий, прежде всего специализированных, для высокоскоростных пассажирских перевозок и доставки массовых грузов тяжеловесными поездами.

Введение: Важной частью для развития железных дорог служит строительство искусственных сооружений (мосты, тоннели, лотки, подпорные стены) над водными и наземными препятствиями. Искусственные сооружения составляют менее 1,5%