

## ВЛИЯНИЕ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА КОРРОЗИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Е.В. Строганов, Г.С. Меренцова

*В работе приведены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния антигололедных реагентов на коррозионную устойчивость асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, с точки зрения контактных взаимодействий на границе «заполнитель – растворная часть».*

*Ключевые слова: антигололедный реагент, коррозионная устойчивость асфальтобетона, долговечность асфальтобетона, битум.*

### ВВЕДЕНИЕ

Основной причиной снижения сроков службы асфальтобетонных покрытий дорог является возникновение деформаций и разрушений под воздействием механических напряжений от транспортных средств и агрессивных растворов антигололедных реагентов, что связано с недостаточной коррозионной устойчивостью применяемых асфальтобетон.

Асфальтобетон разрушается, главным образом, при длительном или периодическом увлажнении, а также в результате попеременного замораживания и оттаивания. Более разрушительно действие воды, замерзающей в порах асфальтобетона, при этом увеличиваясь в объеме, она вызывает напряжения в стенках пор.

Химическая стойкость асфальтобетонного покрытия в отношении агрессивных сред определяется способностью битума противостоять агрессивной среде, степенью водонасыщения и набухания в агрессивной среде, коэффициентом диффузии, характеризующим скорость проникновения среды в покрытие, устойчивостью к агрессивной среде минерального материала, сохранением прочностных свойств асфальтобетона.

Все традиционные и перспективные антигололедные реагенты взаимодействуют с компонентами асфальтобетона, разрушая его структуру и снижая важнейшие показатели его технологических свойств. Либо эти процессы протекают за счет увеличения количества полярных групп и растворимости отдельных компонентов битума, вызывая изменения в групповом составе битума, либо за счет уменьшения краевого угла смачивания в дальнейшем происходит химическое взаимодействие и вымывание растворимых продук-

тов реакции карбоната кальция из тонкодисперсного известнякового наполнителя.

Актуальным является разработка эффективных антигололедных реагентов, не вызывающих или снижающих разрушения структуры асфальтобетона, повышающих его коррозионную устойчивость.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Как показали проведенные исследования, критериальной оценкой коррозионной устойчивости и долговечности дорожных бетонов может служить механическая долговечность контактной зоны, зависящая от адгезионной прочности. При этом процессы контактных взаимодействий на границе «заполнитель – растворная часть» должны быть рассмотрены с позиции кинетической теории прочности с учетом комплексных факторов воздействия внешней среды (попеременного замораживания - оттаивания), что позволяет прогнозировать стойкость структуры асфальтобетона в атмосферных условиях, вызывающих разрушения покрытий дорог [1].

Установлено, что разрушение асфальтобетона начинается с нарушения контакта «заполнитель – растворная часть», при этом контактная зона играет существенную роль в долговечности асфальтобетона покрытий автомобильных дорог [1].

Выявлено, что в асфальтобетоне, подверженном коррозионному разрушению, при отсутствии внешних напряжений, вызванных транспортными нагрузками, обычно происходят сравнительно небольшие разрушения на его поверхности (отделение битумной пленки с нарушением контакта «битум – минеральный материал», выкрашивание, появление хрупкости), изменяется групповой состав битума в сторону увеличения содержания ас-

фальтенов, в результате чего повышается температура размягчения. При этом ухудшаются пластические и адгезионные свойства битума и асфальтобетона, что способствует потере прочностных характеристик асфальтобетонных покрытий при отрицательных температурах. Разрушение асфальтобетона при различных циклических воздействиях среды (замораживание и оттаивание, намокание и высушивание) суммирует разрушения, происходящие при суммарном действии этих факторов [2].

Отделение пленки битума способствует снижению гидроизоляционных свойств асфальтобетонного покрытия. Это способствует усилению проникающей способности антигололедных реагентов вглубь асфальтобетонного покрытия и интенсификации процессов разрушения.

Для выявления влияния антигололедных реагентов на коррозионную устойчивость асфальтобетонных покрытий проведены экспериментальные исследования, при которых были созданы более жесткие условия испытания за счет совместного влияния замораживания – оттаивания при одновременном воздействии растворов антигололедных реагентов, так как в этих условиях асфальтобетон быстрее теряет коррозионную устойчивость.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследования по влиянию химических антигололедных реагентов на коррозионную устойчивость асфальтобетона проводились с применением традиционной соли NaCl и разработанного антигололедного реагента КОМД-3.

Для определения прочностных характеристик асфальтобетонные образцы изготавливались из горячей плотной асфальтобетонной смеси типа Б, I марки. Контрольные и основные образцы после насыщения в течение 48ч подвергали испытанию на замораживание – оттаивание в растворах антигололедных реагентов и определению предела прочности при сжатии.

Исследования влияния антигололедных реагентов на сцепление минерального материала с вяжущим в дорожных асфальтобетонах проводили по разработанной методике оценки адгезионной прочности на специальном приборе [3] при попеременном замораживании-оттаивании в растворах исследуемых антигололедных реагентов. Испытания проводились на битуме марки БНД 60/90, при этом в качестве каменного минерального ма-

териала использовался мелкозернистый гранит.

Оценка влияния антигололедных реагентов на механическую долговечность контактной зоны проводилась по методике оценки адгезионной прочности при условии одноосного растяжения [3] на песчаном асфальтобетоне ТИП Д на битуме марки БНД 60/90. При этом для объективной оценки адгезионной прочности учитывалась длительность воздействия приложенной нагрузки.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведения экспериментальных исследований по влиянию антигололедных реагентов на изменение прочностных показателей асфальтобетона при попеременном замораживании-оттаивании в растворах антигололедных реагентов получены зависимости (рисунок 1) которые свидетельствуют о том, что прочность асфальтобетона после 100 циклов замораживания-оттаивания в 5%-ом растворе хлорида натрия снижается в 1,3раза, а в 5%-ом растворе антигололедного реагента КОМД-3 - в 1,2 раза.

При этом снижение прочности происходит более интенсивно в течение первых 50-ти циклов замораживания-оттаивания, а впоследствии менее интенсивно.

Прочность образцов асфальтобетона после 100 циклов замораживания-оттаивания в 5%-ом растворе хлорида натрия по сравнению с образцами, в 5%-ом растворе антигололедного реагента КОМД-3 ниже на 2%.

Анализ изменения физико-механических свойств асфальтобетона дают основание предполагать, что химические реагенты воздействуют непосредственно на границу раздела фаз высококонцентрированной дисперсной системы - «битум-поверхность минеральных частиц», что приводит к нарушению контактного взаимодействия и уменьшению действующих элементарных связей в микроструктуре асфальтобетона.

В процессе искусственного моделирования процесса воздействия антигололедных материалов, при различных температурах замораживания и оттаивания, на составляющие асфальтобетона (битум, каменный заполнитель) выявлено, что контакт «битум-поверхность минеральных частиц» оказывается прочнее, чем прочность битума, что свидетельствует о воздействии химических реагентов в большей степени на битум в прилегающей зоне к каменному заполнителю, рыхлявая его структуру, способствует снижению его свойств.

# ВЛИЯНИЕ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА КОРРОЗИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

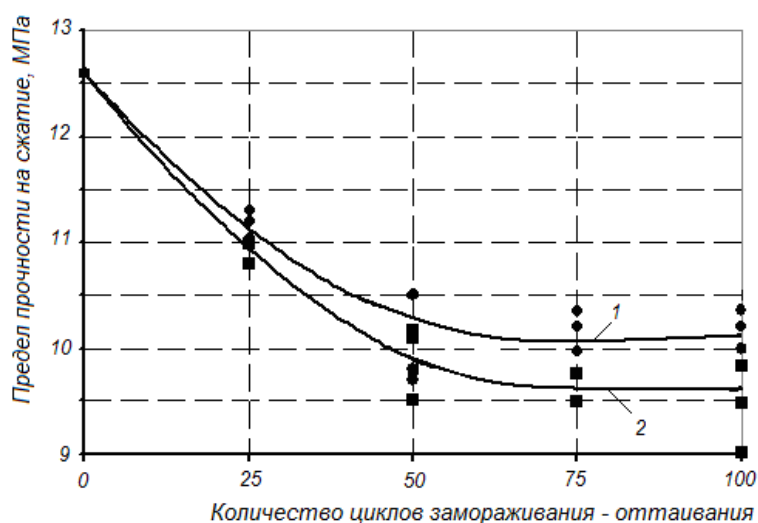


Рисунок 1 – Изменение предела прочности при сжатии асфальтобетона в зависимости от количества циклов замораживания-оттаивания в растворах ПГР: 1 – 5%-ый раствор КОМД-3(●); 2 – 5%-ый раствор NaCl(■)

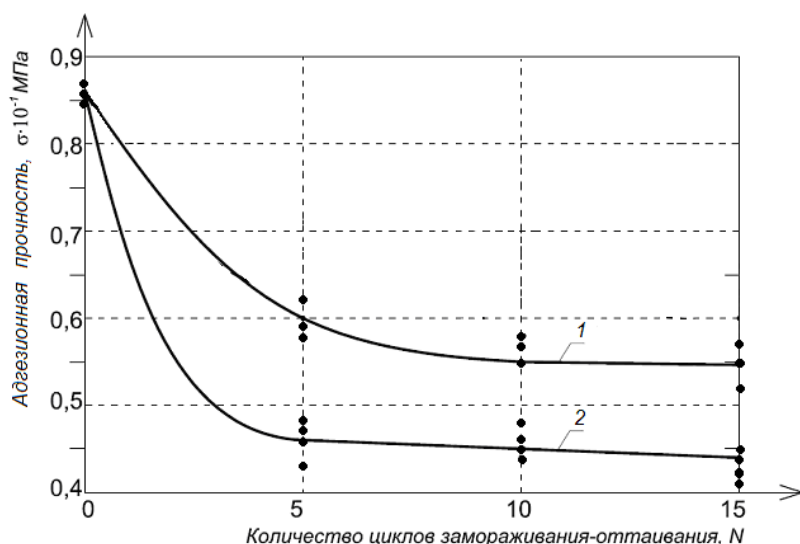


Рисунок 2 – Изменение адгезионной прочности в контактной зоне «битум-заполнитель» при замораживании-оттаивании в растворах ПГР: 1 – в 5%-ом растворе КОМД-3; 2 – в 5%-ом растворе NaCl

Полученные зависимости (рисунок 2) между сцеплением в контактной зоне «битум-заполнитель» ( $\sigma \cdot 10^{-1}$ ) и количеством циклов замораживания-оттаивания (N), свидетельствует о том, что под воздействием антигололедного реагента КОМД-3 адгезионная прочность после 15 циклов замораживания-оттаивания снижается на 1,5% по сравнению с контрольным составом, а в растворе хлорида натрия на 4,8%, при этом снижение в течение первых 5 циклов замораживания-оттаивания более интенсивно.

Интенсификация процесса снижения адгезионной прочности прогрессирует при более низких температурах замораживания.

Установлено, что после 15 циклов замораживания при  $-20^{\circ}\text{C}$  и оттаивания при  $+20^{\circ}\text{C}$ , напряжения в битуме, по сравнению с контрольным составом, снижаются в растворе реагента КОМД-3 на 10%, а в растворе хлорида натрия на 28%.

Однако более объективно о воздействии антигололедных реагентов на снижение коррозионной устойчивости асфальтобетона можно судить по оценке напряжений в контактной зоне «каменный материал – растворная часть асфальтобетона».

В результате проведенной серии экспериментальных исследований установлено, что увеличение адгезионной прочности ка-

менного материала с растворной частью асфальтобетона соответствует повышению механической долговечности контактной зоны.

При этом отрицательное влияние (агрессивное воздействие ПГР на асфальтобетон) на механическую долговечность контактной зоны характеризуется смещением полученных зависимостей (формула 1, 2) в сторону меньших значений относительного контрольного состава (формула 3). Об этом свидетельствуют коэффициенты полученных линейных функций:

$$\text{NaCl: } y = -66,609x + 9,3757 \quad (1)$$

$$\text{КОМД-3: } y = -61,818x + 9,1642 \quad (2)$$

$$\text{КОНТР: } y = -56,452x + 9,5361 \quad (3)$$

В результате проведенных исследований, установлен обобщающий критерий контактных взаимодействий [1], характеризующий коррозионную активность антигололедных реагентов на асфальтобетон:

$$K_{\text{кор}} = \frac{a_1 \cdot (\lg \tau_p - 2b_2)}{a_2 \cdot (\lg \tau_p - 2b_1)} \quad (4)$$

где  $a_1$ ,  $b_1$  и  $a_2$ ,  $b_2$  – коэффициенты регрессии зависимостей соответственно для сравниваемых составов;  $\tau_p$  – установленный фиксированный уровень времени разрыва, соответствующий  $\lg \tau = 7,15$ .

При этом, чем ближе значение  $K_{\text{кор}}$  к 1,0, тем меньше коррозионная активность антигололедного реагента на асфальтобетон.

Установлено, что при воздействии растворов антигололедных реагентов на асфальтобетон адгезионная прочность при попеременном замораживании-оттаивании ниже, чем при воздействии воды. Механическая долговечность асфальтобетона, характеризующаяся критерием контактных взаимодействий, при воздействии антигололедного реагента КОМД-3 после 10 циклов замораживания-оттаивания снижается на 8% ( $K_{\text{кор}}=0,9$ ), а при воздействии антигололедного реагента NaCl – на 15% ( $K_{\text{кор}}=0,8$ ). При этом с увеличением количества циклов замораживания-оттаивания снижение механической долговечности интенсифицируется.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено:

1. Прочность асфальтобетона после 100 циклов замораживания-оттаивания в 5%-ом растворе хлорида натрия ниже на 2% по сравнению с образцами, в 5%-ом растворе антигололедного реагента КОМД-3. При этом снижение прочности происходит более ин-

тенсивно в течение первых 50-ти циклов замораживания-оттаивания, а впоследствии медленнее.

2. Адгезионная прочность после 15 циклов замораживания-оттаивания под воздействием хлорида натрия снижается на 4,8% по сравнению с контрольным составом, а в растворе антигололедного реагента КОМД-3 на 1,5%, при этом снижение в течение первых 5 циклов замораживания-оттаивания более интенсивно. Интенсификация процесса снижения адгезионной прочности прогрессирует при более низких температурах замораживания. Установлено, что при замораживании при  $-20^\circ\text{C}$  и оттаивании при  $+20^\circ\text{C}$  после 15 циклов, снижение адгезионной прочности в растворе хлорида натрия происходит сильнее на 18%, чем в растворе реагента КОМД-3.

3. Напряжения в контактной зоне «каменный материал – растворная часть асфальтобетона», при воздействии антигололедного реагента КОМД-3 после замораживания-оттаивания выше на 7% чем при воздействии антигололедного реагента NaCl. Полученные в ходе исследований значения механической долговечности при воздействии на асфальтобетон антигололедных реагентов при попеременном замораживании и оттаивании позволяют прогнозировать коррозионную устойчивость асфальтобетона.

4. При применении антигололедного реагента КОМД-3, повышается коррозионная устойчивость асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Это обусловлено химическими реакциями, происходящими в поровой системе материала с образованием структур, которые колюматизируют поры и снижают возможность проникновения агрессивного раствора в асфальтобетон.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.С. Меренцова «Физико-химические и технологические аспекты повышения долговечности дорожных бетонов». Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Барнаул. Изд-во АлтГТУ, 2001. – 340 с.
2. Г.С. Меренцова, Е.В. Строганов «Учет физико-химических и экологических факторов при оптимизации составов пескосольных смесей». Второй Всероссийский Дорожный Конгресс: сб. науч. тр. / МАДИ, МОО «Дорож. Конгресс». – М., 2010. – 439 с., ил.
3. Г.С. Меренцова, А.В. Ришес «Прибор для определения силы сцепления битума с камнем в асфальтобетоне». Авторское свидетельство SU 1065776 А.