

УДК 625.7/8

А. В. Исаев, М. Г. Салихов

СТОЙКОСТЬ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

Путем изучения динамики изменения адгезии льда исследована долговечность (стойкость) щебеночно-мастичных асфальтобетонов с противоморозными добавками (антигололедных ЩМА) в агрессивной среде. Получен оптимальный состав смеси противоморозных добавок.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, лед, адгезия, хлористый натрий, хлористый кальций.

Введение. Известно, что для уменьшения адгезии льда к поверхности в структуру асфальтобетонов вводят хлористые соли [1–7]. Авторами предложено вводить противоморозные соли в структуру щебеночно-мастичных асфальтобетонов (ЩМА). При этом требуется изучить длительность противоморозного эффекта данного мероприятия и изменение физико-механических свойств при длительном действии агрессивных сред, в частности воды.

В известных решениях [1–4] противоморозные соли – хлористый натрий и хлористый кальций – в состав асфальтобетонов обычно вводят в виде тонкоизмельченного порошка. Это позволяет распределить соль в объеме асфальтобетона более равномерно. Однако одновременно с этим значительно повышаются себестоимость и энергоемкость мероприятия.

Проведенные далее исследования зависимости изменения адгезии льда и физико-механических свойств от крупности соли показали [8], что по мере повышения среднего размера частиц в начальный период эксплуатации возрастает коэффициент сцепления колес с поверхностью такого асфальтобетона. Применение более крупнозернистых солей выгодно также с экономической точки зрения. В то же время возникает опасение вымываемости солей из структуры асфальтобетонов в большей степени, что чревато ускорением процессов старения и потерей антигололедных свойств материала в процессе эксплуатации. Кроме того, для более суровых условий Волго-Вятского региона, например, по сравнению с Белгородской и Воронежской областями, желательнее бы рассмотреть соли или их смеси, обеспечивающие большее пластическое состояние воды при отрицательных температурах.

Цель работы – установить фактическую стойкость антигололедных и динамику изменения физико-механических свойств щебеночно-мастичных асфальтобетонов с противоморозными добавками различной крупности в агрессивной среде.

Для опытов были сформованы стандартные цилиндрические образцы классического состава с содержанием хлористого натрия в количестве 1, 3, 5, 7, 9 % от массы минеральной части, а также смеси хлористого натрия и хлористого кальция с долей последнего 12,5; 25; 50; 75; 100%. При этом крупность соли NaCl составляла 0...0,63 мм («мелкая») и 0,63...2,5 мм («крупная»). Крупность соли CaCl₂ составляла 0...0,63 мм. Свойства образцов изучены после их вакуумирования и выдерживания в воде в течение 15, 30, 60 и 90 суток.

Выполнение работы и ее результаты. Сцепление льда к поверхности ЦМА образцов с различным содержанием и крупностью соли устанавливалось после их выдерживания при температуре -10°C , вакуумирования и выдерживания в агрессивной среде в течение расчетного времени. Результаты опытов представлены на графиках рис. 1–6.

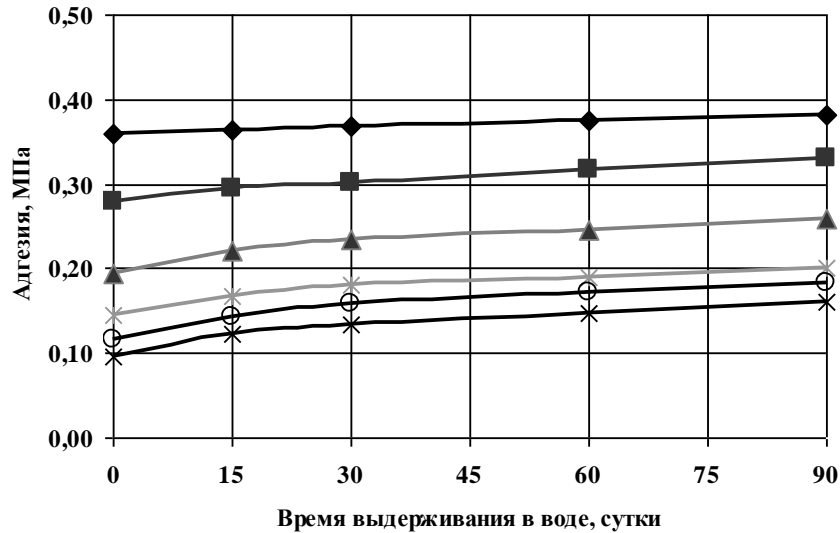


Рис. 1. Зависимость увеличения адгезии для ЦМА с добавкой NaCl различной крупности от времени выдерживания в воде:

◆ 0 % NaCl; ■ 1 % NaCl; ▲ 3 % NaCl;
 * 5 % NaCl; ○ 7 % NaCl; × 9 % NaCl

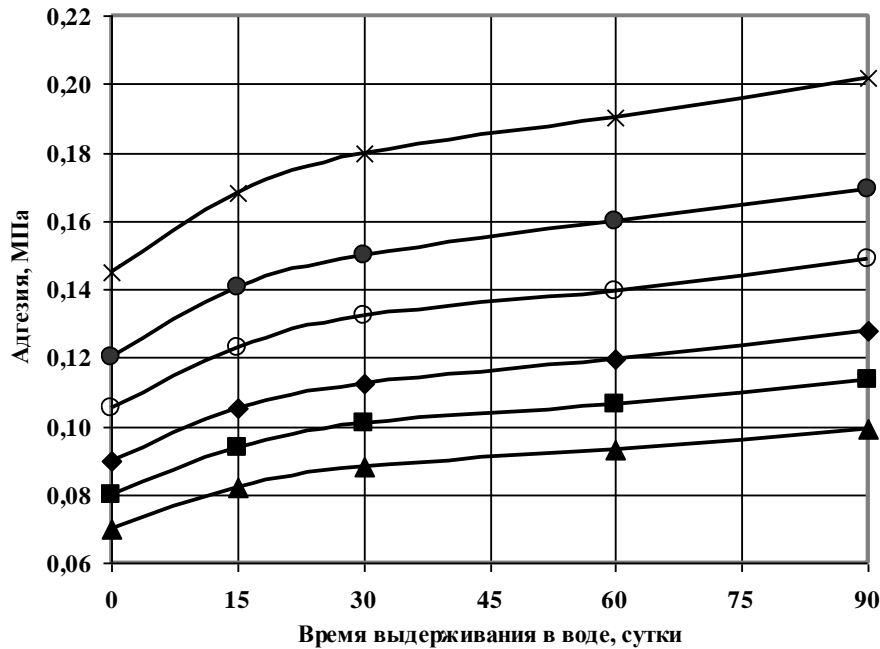


Рис. 2. Зависимость увеличения адгезии для ЦМА с комбинированной противогололедной добавкой (смесь NaCl и CaCl₂) от времени выдерживания в воде:

● 5 % соли (доля CaCl₂ 12,5 %); ○ 5 % соли (доля CaCl₂ 25 %);
 ◆ 5 % соли (доля CaCl₂ 50 %); ■ 5 % соли (доля CaCl₂ 75 %);
 ▲ 5 % соли (доля CaCl₂ 100 %); × 5 % соли (доля CaCl₂ 0 %)

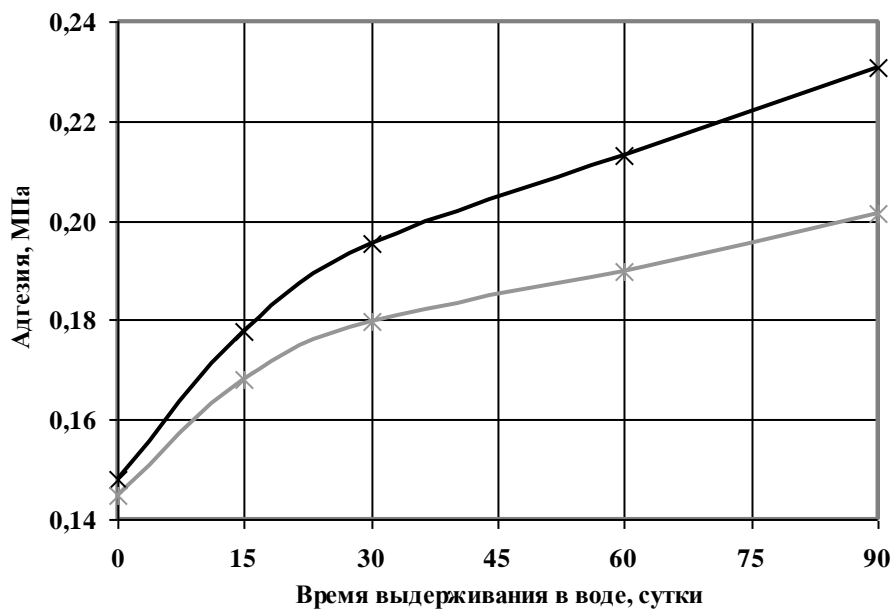


Рис. 3. Зависимость противогололедных свойств ЩМА с добавкой NaCl различной крупности от времени выдерживания в воде:

—×— 5 % NaCl крупная; —*— 5 % NaCl мелкая

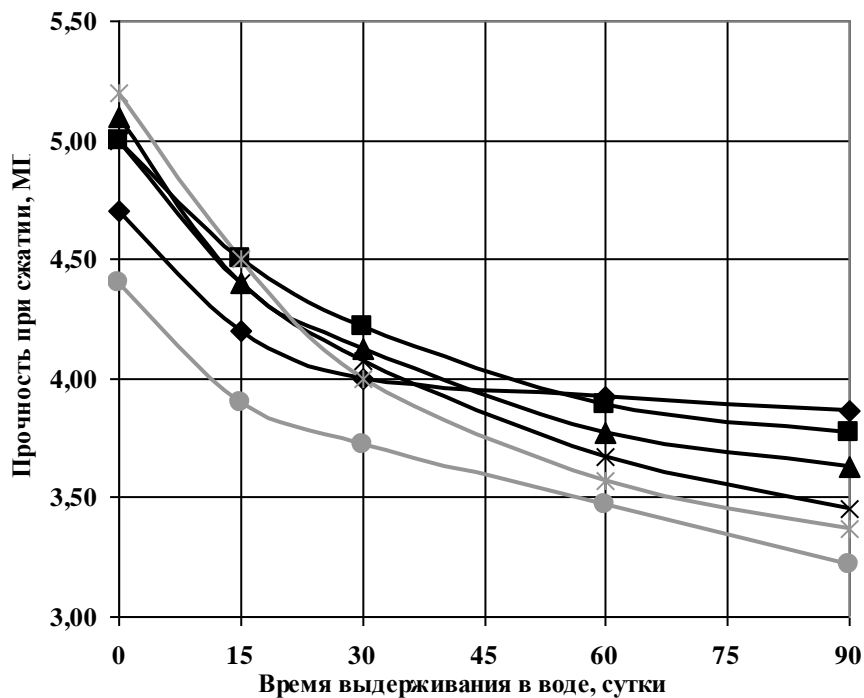


Рис. 4. Зависимость предела прочности при сжатии ЩМА с добавкой NaCl различной крупности от времени выдерживания в воде:

—◆— 0 % NaCl; —■— 1 % NaCl; —▲— 3 % NaCl;
 —×— 5 % NaCl; —*— 7 % NaCl; —●— 9 % NaCl

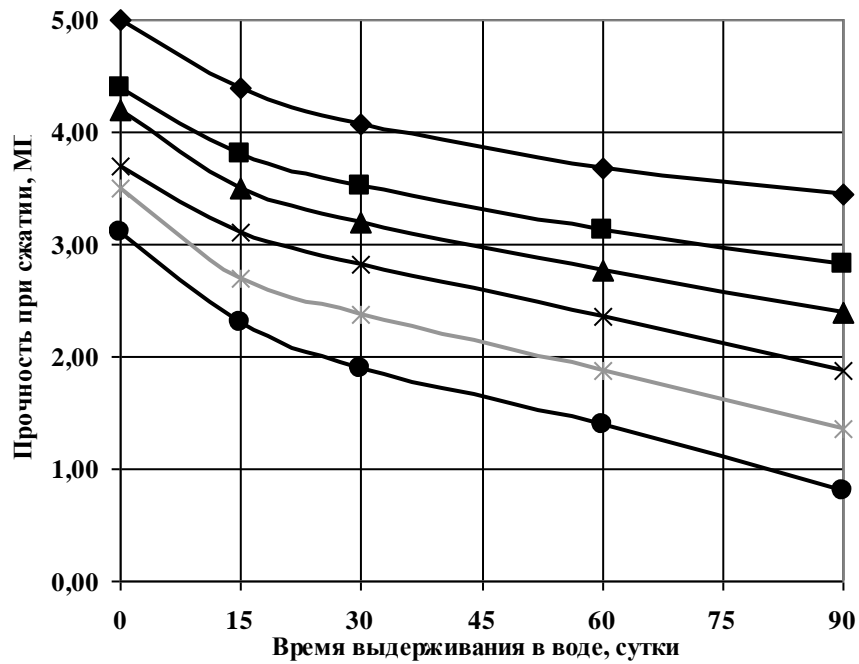


Рис. 5. Зависимость предела прочности при сжатии ЩМА с комбинированной противогололедной добавкой (смесь NaCl и CaCl₂) от времени выдерживания в воде:

- ◆ 5 % соли (доля CaCl₂ 0 %);
- 5 % соли (доля CaCl₂ 12,5 %);
- ▲ 5 % соли (доля CaCl₂ 25 %);
- ✕ 5 % соли (доля CaCl₂ 50 %);
- ✱ 5 % соли (доля CaCl₂ 75 %);
- 5 % соли (доля CaCl₂ 100 %)

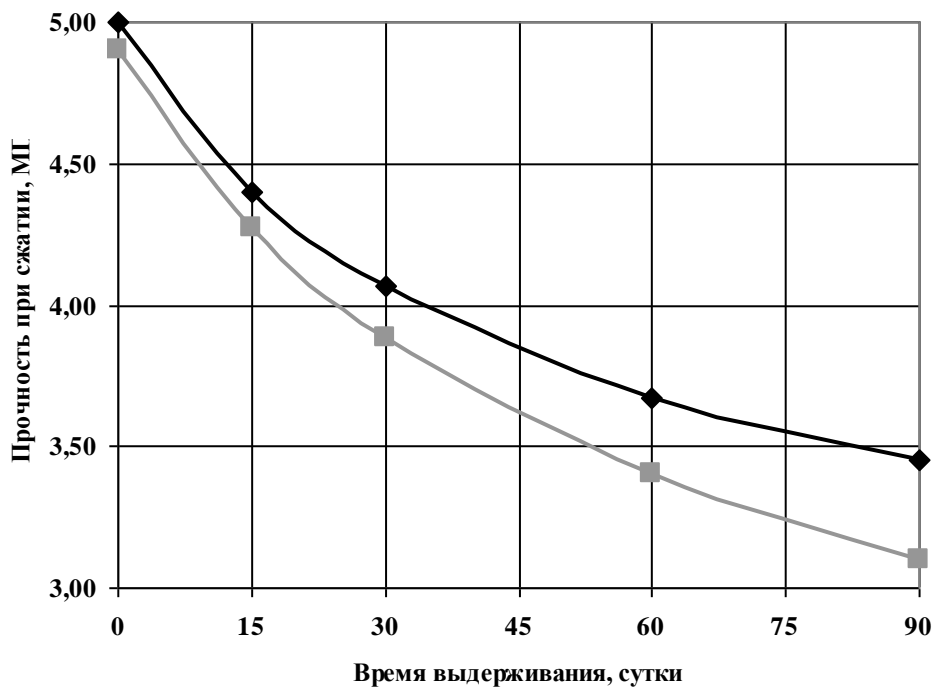


Рис. 6. Зависимость предела прочности при сжатии ЩМА с добавкой NaCl различной крупности от времени выдерживания в воде:

- ◆ 5 % NaCl мелкая;
- 5 % NaCl крупная

Как видно из рис. 1 и 2, величины адгезии льда к поверхности образцов после выдерживания в воде для всех составов возрастают. Причем этот рост с различным содержанием соли протекает быстрее в первые 15 суток, затем скорость их роста для всех образцов несколько снижается. При этом величины адгезии льда к поверхности образцов остаются прямо пропорциональными первоначальному содержанию противоморозных солей – как отдельно хлористого натрия, так и при совместном содержании его с хлористым кальцием. Значения адгезии льда к поверхности образцов зависят и от крупности частиц противоморозных добавок. Например, такая зависимость в образцах с 5-процентным содержанием хлористого натрия наблюдается за весь период испытаний в течение 90 суток (рис. 3). При этом можно заметить, что мелкая соль из структуры образцов вымывается медленнее, чем крупная.

Из рис. 4–6 видно, что при введении хлористых солей прочность при сжатии при +20°C у щебеночно-мастичных асфальтобетонов снижается прямо пропорционально ее содержанию. Причем значения прочности образцов с любым содержанием соли также снижаются по мере выдерживания в воде. У образцов, содержащих более крупную соль, степень снижения прочности происходит с большей скоростью. У ЩМА с содержанием хлористых солей до 7% при выдерживании в воде до 30 суток значения прочности при сжатии выше, чем у образцов без добавок. Кроме того, при длительном выдерживании в воде снижение значений прочности при сжатии у образцов с солью большей крупности происходит интенсивнее.

Выводы.

1. Добавлением в щебеночно-мастичные асфальтобетоны до 5% от массы минеральной части хлористых солей обеспечиваются сравнительно низкие значения адгезии льда к их поверхности после длительного выдерживания в воде по сравнению с образцами без добавок. Это говорит об относительно большой стабильности антигололедных ЩМА в агрессивных средах.

2. По динамике изменений значений прочности при сжатии можно утверждать, что при совместном использовании солей NaCl и CaCl₂ их соотношение лучше принять (в % по массе): 87,5:12,5.

3. На основе анализа преимуществ и недостатков ЩМА с добавками различной крупности к практическому использованию можно рекомендовать неизмельченные соли.

Список литературы

1. Dupuis, I. Glatteisemmender Strassenbelag auf der Umfahrungsstrasse von Valangin / I. Dupuis, N. Hussain // *Strasse und Verkehr*. – 1977. – V. 63, №4. – С. 25.
2. Лысенко, В. Е. Антигололедное покрытие / В. Е. Лысенко // *Автомобильные дороги*. – 1996. – № 4. – С. 18.
3. Пат. 2167118 Российская Федерация МПК С 04 В 26/26, С 08 L 95/00, Е 01 С 7/18, 11/24. Битумо-минеральная смесь / Б. Ф. Соколов, Н. И. Сулин, В. А. Князев; № 97118713/04; заявлено 11.11.1997; опубл. 20.05.2001, Бюл. № 14.
4. Ковалев, Н. С. Снижение скользкости покрытий при зимнем содержании автомобильных дорог / Н. С. Ковалев, В. И. Ромасев, В. А. Князев // *Материалы Международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение»*. Том 8. Технические науки. – Одесса, 2005. – С. 53–57.
5. Рыбьев, И. А. Асфальтовые бетоны: учебн. пособие для строительных вузов / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 1969. – 399 с.
6. Салихов, М. Г. Влияние крупности зерен обработанной битумом противоморозной соли на ее растворимость и адгезию льда к поверхности асфальтобетона / М. Г. Салихов, Ю. Е. Щербаков, А. А. Федоров и др.: Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов. Межвузовский

сборник научных статей. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – С. 217–221.

7. Салихов, М. Г. О разработке составов, производстве и укладке асфальтобетонов с пониженной адгезией льда / М. Г. Салихов, М. Х. Хамзин, Ю. Е. Щербаков и др. // Современные научно-технические проблемы транспортного строительства: сб. научных трудов Всероссийской НПК. – Казань: КГАСУ, 2006. – С. 104–106.

8. Смирнов, Н. С. Конструирование лабораторной установки для исследования коэффициента сцепления / Н. С. Смирнов, А. В. Исаев, Ю. Е. Щербаков и др. // Наука в условиях современности: сборник статей студентов, аспирантов, докторантов и ППС по итогам научно-технической конференции МарГТУ в 2007 г. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. – С. 197–200.

Статья поступила в редакцию 26.02.10.

A. V. Isayev, M. G. Salikhov

DURABILITY OF RUBBLE AND MASTIC ASPHALT CONCRETES WITH ANTIFREEZING AGENTS IN CORROSIVE ENVIRONMENT

Durability (tenacity) of rubble and mastic asphalt concretes with antifreezing agents (antiice-forming rubble and mastic asphalt concretes) in the corrosive environment was examined by means of ice adhesion dynamics study. Tailored composition of the mixture of antifreezing agents was obtained.

Key words: *rubble and mastic asphalt concrete, ice, adhesion, sodium chloride, calcium chloride.*

ИСАЕВ Андрей Викторович – аспирант МарГТУ. Область научных интересов – разработка и исследование антигололедных асфальтобетонов для покрытий автомобильных дорог. Автор пяти работ, одного патента РФ на изобретение. E-mail: sf@marstu.net

САЛИХОВ Мухаммет Габдулхаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог МарГТУ. Область научных интересов – физико-химические процессы при производстве и применении дорожно-строительных материалов. Автор 154 работ, семи патентов РФ на изобретения. E-mail: Salichov@mail.ru