

УДК 625.852

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ КАК ФАКТОР БЕЗОПАСНОСТИ АВТОДОРОГ

С.В. Ефремов, доцент, к.т.н., ХНАДУ

Аннотация. Изучено влияние структурообразующих составляющих в асфальтобетонах на их долговечность, которые работают в жидких агрессивных средах. Произведён теоретический анализ безопасности покрытий автомобильных дорог из асфальтобетонных различного гранулометрического состава с различным содержанием битума, работающих в условиях воздействия жидких агрессивных сред.

Ключевые слова: асфальтобетон, агрессивные среды, долговечность, коэффициент агрессивной устойчивости асфальтобетона.

ВПЛИВ СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДОВИХ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ В АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ ЯК ФАКТОР БЕЗПЕЧНОСТІ АВТОДОРИГ

С.В. Єфремов, доцент, к.т.н., ХНАДУ

Анотація. Вивчено вплив структуроутворюючих складових в асфальтобетонах на їх довговічність, які працюють у рідких агресивних середовищах. Проведено теоретичний аналіз безпеки покриттів автомобільних доріг з асфальтобетонів різного гранулометричного складу з різним вмістом бітуму, що працюють в умовах впливу рідких агресивних середовищ.

Ключові слова: асфальтобетон, агресивні середовища, довговічність, коефіцієнт агресивної стійкості асфальтобетону.

EFFECT OF STRUCTURAL COMPONENTS QUANTITY ON DURABILITY OF ASPHALT CONCRETES IN LIQUID AGGRESSIVE ENVIRONMENT AS A FACTOR OF HIGHWAYS SAFETY

S. Yefremov, Associate Professor, Candidate of Technical Science, KhNAHU

Abstract. The influence of structural components in asphalt concretes on their durability, which work in the liquid aggressive environment is studied. The theoretical analysis of the safety of automobile roads pavement made of asphalt concretes of various granulometric composition with different content of bitumen, working in conditions of liquid aggressive environment influence is carried out.

Key words: asphalt concrete, aggressive environment, durability, coefficient of aggressive sustainability of asphalt concrete.

Введение

Одной из главных причин быстрого разрушения покрытий автомобильных дорог с использованием бетонов на органических вяжущих является совместное действие механических нагрузок и жидких агрессивных

сред, которые влияют на долговечность асфальтобетонных, составляющих более 77 % покрытия всех автомобильных дорог Украины [1]. Специфические условия работы дорожных покрытий, связанные с одновременным воздействием механических нагрузок и жидких агрессивных сред, усиленные клима-

тическими факторами, неблагоприятно сказываются на долговечности этих покрытий, что, в свою очередь, ведёт к повышению количества дорожно-транспортных происшествий.

Анализ публикаций

В ДСТУ Б В.2.7-119:2011 [2] и предыдущих нормативных документах [3, 4] показано, что водоустойчивость асфальтобетона оценивается степенью снижения прочностных показателей после выдерживания образцов асфальтобетона в воде в течение определённого времени. По аналогии с этим до настоящего времени определяют устойчивость асфальтобетона против действия различных агрессивных сред [5–9].

Критерий оценки водоустойчивости асфальтобетона базируется на понижении показателя его прочности под действием воды, но разрушающее действие воды и нагружение материала на сжатие до разрушения происходит стадийно. Время напряжённого состояния асфальтобетонного образца при проведении этого испытания обусловлено заданной скоростью деформирования и прочностью материала, – оно обычно не превышает 3 минут. Даже если бы эти испытания производились при совместном действии нагрузки и воды, за такой относительно короткий промежуток времени совместность двух воздействий могла бы не обнаружиться. В эксплуатационных условиях время воздействия сред может быть достаточно длительным. Поэтому определение долговечности должно предполагать значительную длительность действия среды на асфальтобетон при действии нагрузки. При очень малых нагрузках время действия среды на асфальтобетон очень велико и может привести к существенной разнице во времени до разрушения асфальтобетона, испытанного на воздухе и в различных по агрессивности жидких средах. Кроме этого значительную роль в продолжительности времени работоспособности асфальтобетонных покрытий играет содержание битума и гранулометрический состав асфальтобетонных смесей.

Цель и постановка задачи

Проведение испытаний по определению долговечности (времени до разрушения) асфальтобетона осуществлялось при постоянной температуре (21 °С) и напряжениях: 0,50;

0,75; 1,00; 1,51; 2,01 и 2,51 МПа. На рис. 1 приведены зависимости времени до разрушения асфальтобетона с содержанием вяжущего 4,0 %; 4,5 %; 5,0 %. В испытаниях использован 0,05 % водный раствор ПАВ ОП-10. Все полученные зависимости линейны и располагаются под небольшим углом друг к другу. С уменьшением содержания вяжущего в асфальтобетоне угол наклона зависимостей к оси напряжений незначительно уменьшается. С повышением содержания битума долговечность асфальтобетонных во всех средах растёт. Максимальной долговечности отвечают испытания на воздухе, минимальной – испытания в водном растворе ПАВ ОП-10 для асфальтобетона с наименьшим содержанием битума (4,0 %).

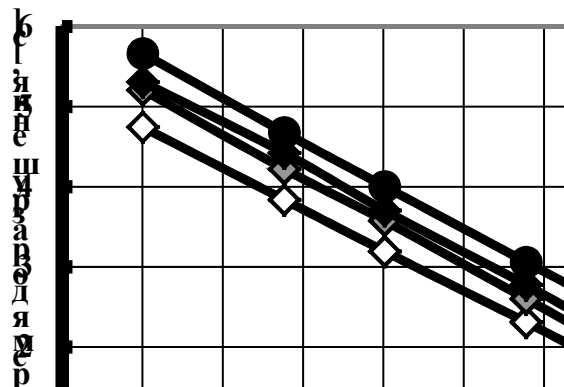


Рис. 1. Зависимость времени до разрушения асфальтобетона типа «Б» с разным содержанием битума БНД 40/60, испытанного в 0,05 % водном растворе ПАВ ОП-10 (◆; ◆; ◆) от напряжения: ● – в воздушной среде с 5,0 % вяжущего; ◆ – с 5,0 % вяжущего; ◆ – с 4,5 % вяжущего; ◆ – с 4,0 % вяжущего

Критерием оценки совместного действия механических нагрузок и агрессивных сред на покрытие служил коэффициент устойчивости асфальтобетона в агрессивных средах ($K_{a.c.}$), который определялся из отношения (1) времени до разрушения в среде ($t_{a.c.}$) ко времени до разрушения на воздухе (t_b)

$$K_{a.c.} = \frac{t_{a.c.}}{t_b}. \quad (1)$$

Значение коэффициента устойчивости асфальтобетона в агрессивных средах снижается при уменьшении в нём содержания вяжущего (рис. 2 и 3). Это характерно для испытаний во всех средах. Наибольшее снижение

K_{ac} наблюдается в области недостаточного содержания битума в кислотных средах. K_{ac} асфальтобетона, испытываемого при 1 МПа в растворе серной кислоты, почти вдвое меньше, чем в воде (рис. 2). Степень активности сред по отношению к асфальтобетону с разным содержанием битума соответствует той, которая обнаружена при изучении сцепления битума с разными подложками.

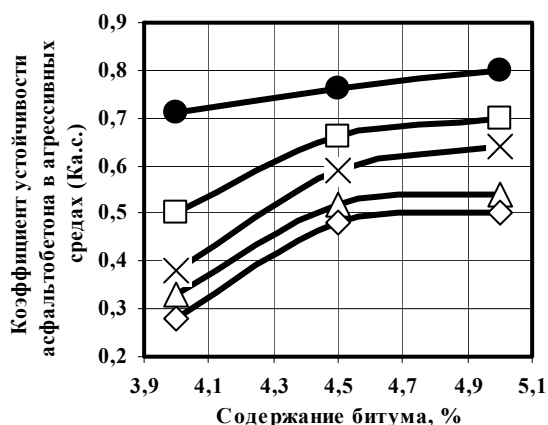


Рис. 2. Зависимость коэффициента устойчивости асфальтобетона типа «Б» в агрессивных средах при напряжении 1,00 МПа от содержания в нём битума марки БНД 40/60, испытанного: ● – в дистиллированной воде; □ – в 5 % водном растворе NaCl; × – в 2 % водном растворе HCl; △ – в 2 % водном растворе H₂SO₄; ◇ – в 0,05 % водном растворе ПАВ ОП-10

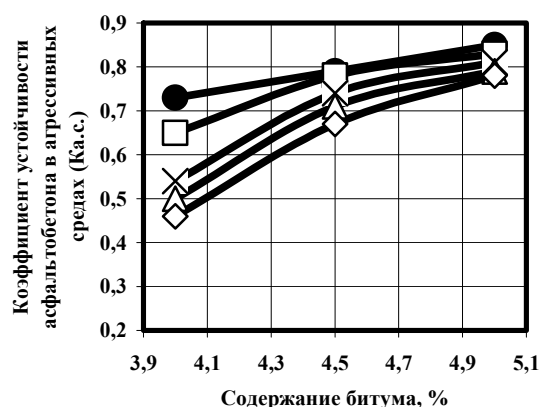


Рис. 3. Зависимость коэффициента устойчивости асфальтобетона типа «Б» в агрессивных средах при напряжении 2,51 МПа от содержания в нём битума марки БНД 40/60, испытанного: ● – в дистиллированной воде; □ – в 5 % водном растворе NaCl; × – в 2 % водном растворе HCl; △ – в 2 % водном растворе H₂SO₄; ◇ – в 0,05 % водном растворе ПАВ ОП-10

Такое значительное падение агрессивной устойчивости асфальтобетона при снижении в нём содержания вяжущего с 5,0 % до 4,0 % может объясняться увеличением количества минеральных зёрен, не полностью покрытых битумной плёнкой, что облегчает проникновение агрессивных сред к поверхности минерального материала. На фоне влияния принятых к испытанию жидких агрессивных сред на долговечность и устойчивость асфальтобетона в этих средах действие дистиллированной воды на асфальтобетон является наименее агрессивным. В этом случае величина снижения значения K_{ac} асфальтобетона, испытанного в дистиллированной воде при снижении содержания битума с 5,0 % до 4,0 %, составила 1,13 раза, а в 2 % растворе серной кислоты – 1,64 раза.

Для определения закономерности изменения времени до разрушения, в зависимости от гранулометрического типа, выполнены испытания асфальтобетонов типов «А», «Б», «В» и «Г» с оптимальным содержанием битума в каждой смеси (рис. 4 и 5).

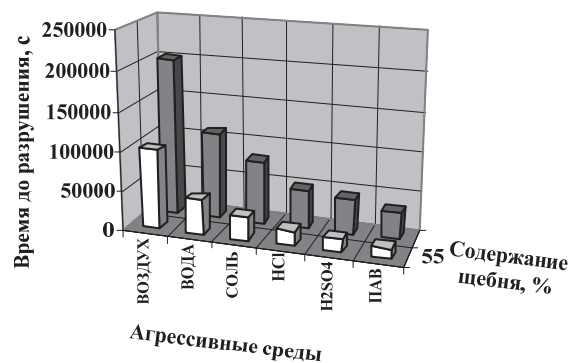


Рис. 4. Зависимость времени до разрушения асфальтобетонов типов «А» (□) и «Б» (■) на битуме марки БНД 200/300, испытанных при изгибающем напряжении 0,25 МПа в различных средах при температуре 21 °С от содержания щебня в них

Характер снижения долговечности асфальтобетонов при увеличении содержания в них щебня под влиянием всех принятых сред, приведенных на рис. 4 и 5, подтверждает закономерность, при которой долговечность асфальтобетона тем больше, чем меньше в нём содержание щебня и меньше агрессивность среды, определяемая её проникающей способностью. По отношению к долговечно-

сти асфальтобетона типа «Г», испытанного на воздухе при напряжении 0,75 МПа, долговечность асфальтобетона типа «В» уменьшилась в 1,8 раза, типа «Б» – в 3,4 раза. Порядок активности сред остаётся таким же, как и в случае сцепления битума с минеральной подложкой.

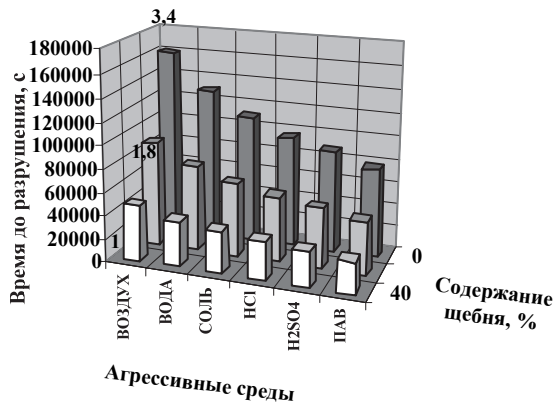


Рис. 5. Время до разрушения асфальтобетонных типов «Б» (□), «В» (■) и «Г» (■) с оптимальным содержанием битума марки БНД 40/60 в различных средах. Действующее напряжение – 0,75 МПа. Температура 21 °С

Выводы

Как показали экспериментальные исследования, безопасность покрытия зависит от его способности противодействовать совместно влиянию жидких агрессивных сред и механических нагрузок на долговечность асфальтобетонных, которые составляют более 77 % покрытия всех дорог Украины. Долговечность асфальтобетонных покрытий в условиях совместного воздействия жидких агрессивных сред и механических нагрузок максимальна при оптимальном содержании битума и минимально-нормативном содержании щебня для каждого гранулометрического типа асфальтобетона.

Литература

1. Бюлетень Державного агентства автомобільних доріг України за 2012 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukravtodor.gov.ua>
2. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный. Технические

условия: ДСТУ Б В. 2.7-119:2011 – [Введён 2012-10-01]. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 38 с.

3. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный. Технические условия: ДСТУ Б В. 2.7-119-2003 – Введён 2012-02-25. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 45 с.
4. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия: ГОСТ 9128-84. – Введён 1985-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 25 с.
5. Седов А.В. Профилактика разрушений дорожных асфальтобетонных покрытий в агрессивных средах хлористых противогололёдных материалов: автореф. дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / А.В. Седов. – Х., 1999. – 19 с.
6. Ковалёв Н.С. Средство борьбы с гололёдом на автомобильных дорогах / Н.С. Ковалёв / Воронежский инженерно-строительный институт. – Воронеж, 1990. – 8 с.
7. Гавриленко А.Д. Повышение устойчивости асфальтобетонов в агрессивных средах животноводческих комплексов: автореф. дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / А.Д. Гавриленко. – Х., 1984. – 20 с.
8. Исследование и разработка рекомендаций по типам дорожных покрытий, работающих в условиях агрессивных сред животноводческих комплексов: отчёт по научно-исследовательской работе. – Х.: ХАДИ, 1981. – 137 с.
9. Швагирева О. А. Исследование влияния противогололёдных реагентов на изменение структуры и свойств асфальтового бетона: автореф. дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / О.А. Швагирева. – М., 1999. – 20 с.

Рецензент: Е.Б. Угненко, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 12 апреля 2013 г.