

УДК 625.8

Э. Л. РАДЮКОВА, В. В. ГОРЯИНОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**КОМПЛЕКСНО-МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЛАТЕКСОМ BUTONAL NS 198
ДОРОЖНЫЕ АСФАЛЬТОПОЛИМЕРБЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ**

Аннотация. Работа посвящена разработке составов дорожных модифицированных асфальтобетонов повышенной долговечности с комплексно-модифицированной структурой катионным латексом Butonal NS 198. Экспериментально установлено, что для мелкозернистого асфальтобетона типа «Б», содержащего в своем составе битум БНД 40/60, модифицированный 3 % катионным латексом Butonal NS 198, оптимальная концентрация Butonal NS 198 на поверхности минеральных материалов: щебня, песка, минерального порошка равна 2,0 % мас. Асфальтобетонные смеси, комплексно-модифицированные Бутоналом NS 198, по сравнению со смесями с модифицированным Бутоналом NS 198 органическим вяжущим характеризуются повышением плотности до 2 348 кг/м³, прочности при сжатии при 20 °С – до 5,5 МПа, при 50 °С – до 1,94 МПа, а также снижением водонасыщения до 2,03 % от объема.

Ключевые слова: битум, модифицирование, катионный латекс Butonal NS 198, асфальтобетон с комплексно-модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время после нескольких лет эксплуатации асфальтобетонные дорожные покрытия нуждаются в капитальном ремонте, что не соответствует требованиям нормативных документов, в которых регламентированы сроки между капитальными ремонтами минимум 11–12 лет. Одним из наиболее эффективных способов повышения долговечности дорожных асфальтобетонов является модификация органических вяжущих термоэластопластами с одновременным аппретированием поверхности минеральных материалов растворами полимеров [1].

Использование битумополимерных вяжущих при производстве асфальтобетонных смесей для устройства асфальтобетонных покрытий под тяжелое и интенсивное движение является одним из основных направлений в технологии асфальтобетона. При этом доминирующее положение занимают битумы, модифицированные термоэластопластами [2].

На основании работ, выполненных под руководством Г. С. Бахраха, В. А. Веренько, Л. М. Гохмана, В. А. Золотарева, Ю. И. Калгина, Э. В. Котлярского, В. В. Мозгового, С. К. Илиополова и др. [3–9], установлено, что одним из наиболее эффективным модификатором нефтяных дорожных битумов является стирол-бутадиен-стирол в виде водной дисперсии Butonal NS 198. Данный катионный латекс обладает целым рядом свойств, которые выгодно отличают его от других типов модификаторов и способствуют его использованию для получения асфальтобетонов повышенной долговечности, в частности на территории Донецкой Народной Республики и Российской Федерации.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Основными причинами разрушения асфальтобетонных покрытий с учетом их физико-механических свойств являются: недостаточная плотность покрытия, отсутствие эластичности у органического вяжущего, недостаточная адгезия вяжущего к поверхности минеральных материалов, длительная водо- и морозостойкость, динамическая деформативная способность. Для повышения долговечности дорожных асфальтобетонных покрытий целесообразно использование комплексной

модификации асфальтобетонной смеси термоэластопластом Butonal NS 198, который способен придать эластичность органическому вяжущему, тем самым существенно снизить риск преждевременного разрушения асфальтобетонного покрытия увеличив плотность, прочность и уплотняемость асфальтобетона, повысив при этом адгезию вяжущего к минеральным материалам. Модификация структурирующих микро-, мезо- и макроструктуры позволит обеспечить сродство поверхности минеральных материалов с модифицированным органическим вяжущим и тем самым повысит адгезию битумополимерного вяжущего к поверхности минеральных компонентов. Это создаст прочную и эластичную пространственную матрицу асфальтополимербетона с высокой адгезией и когезией, что и будет определять повышенные деформационно-прочностные показатели асфальтобетонов с комплексно-модифицированной микроструктурой [4, 7, 9].

Целью исследования является разработка составов дорожных модифицированных асфальтобетонов повышенной долговечности с комплексно-модифицированной структурой катионным латексом Butonal NS 198, а именно органического вяжущего на поверхности минеральных материалов: щебня, песка и минерального порошка.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вязкий нефтяной дорожный битум БНД 40/60 со следующими показателями качества: глубина проникания иглы пенетromетра (пенетрация) при температуре 25 °С, 0,1 мм $P_{25} = 59$ град.; температура размягчения по кольцу и шару $T_p = 53$ °С; растяжимость, при температуре 25 °С, $D_0 > 100$ см; температура хрупкости $T_{xp} =$ минус 17 °С; интервал пластичности ИП = 70 °С; коэффициент сцепления со стеклом – 39 %; коэффициент стандартных свойств $K_{std} = 0,084$; битум относится к III структурно-реологическому типу (золь-гель); растворимость в органическом растворителе 99,7 %; изменение массы после прогрева при 163 °С в течение четырех часов – 0,4 %.

Катионный латекс Butonal NS 198, который представляет собой водную дисперсию блоксополимеров стирол-бутадиен-стирола с размером частиц 0,1...0,5 мк и относится к классу термоэластопластов типа СБС.

Модификация нефтяного дорожного битума БНД 40/60 катионным латексом Butonal NS 198 выполнена перемешиванием битума с 3 % мас. полимера в течение 60 мин при 165 °С, в лабораторной мешалке с числом 300 оборотов в минуту [7].

Гранулометрический состав минеральной части мелкозернистого асфальтополимербетона типа «Б», представленный полными остатками на соответствующих ситах (мм) следующий: 15...10 – 22,8 %; 10...5 – 17,2 %; 5...2,5 – 17,2 %; 2,5...1,25 – 12,8 %; 1,25...0,63 – 8,3 %; 0,63...0,315 – 6,5 %; 0,315...0,14 – 4,8 %; 0,14...0,071 – 3,2 %; минеральный порошок – 7,2 %.

Показатели качества известнякового минерального порошка: содержание $CaCO_3$ – 92 %; удельная поверхность $S_{1,2} = 400$ м²/кг; средняя плотность – 2 715 кг/м³; средняя плотность под нагрузкой 40 МПа – 1 880 кг/м³; пустотность – 31,8 %; битумоемкость – 50 %.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам исследований влияния катионного латекса Butonal NS 198 на свойства органических вяжущих определено оптимальное количество используемого модификатора, которое составляет 3 % от массы органического вяжущего в смеси.

Подбор оптимального количества модификатора NS 198 на поверхности минеральных материалов исследовался в диапазоне концентраций латекса от 0 до 1,5 % от массы минеральных материалов. Как результат получен ряд показателей: водонасыщение и прочность асфальтополимербетона при 20 и 75 °С.

При исследовании изменения прочности комплексно-модифицированного асфальтобетона при 75 °С (рис. 1) установлен незначительный прирост прочности в диапазоне концентраций от 0 до 1 % содержания полимера. Наибольшее приращение прочности комплексно-модифицированного асфальтополимербетона наблюдается при 1 % концентрации латекса по массе на поверхности частиц минеральных материалов.

Зависимость предела прочности, полученная по результатам испытания образцов на прочность при сжатии при температуре 75 °С (рис. 1) характеризуется более плавным характером, чем при температуре 20 °С (рис. 2). В диапазоне от 0 до 1 % содержания полимера прочность растёт довольно резко, после достижения экстремума при 1 % дисперсии полимера прочность образцов при сжатии начинает плавно снижаться.

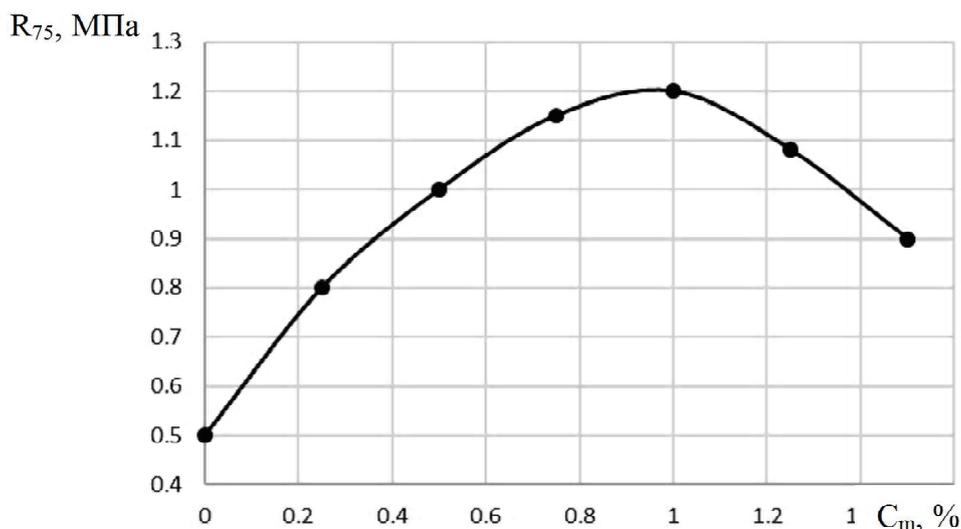


Рисунок 1 – Зависимость предела прочности при сжатии (R_{75}) горячего мелкозернистого асфальтобетона типа Б в зависимости от массовой концентрации на поверхности минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка) Бутонала NS 198 (C_m); органическое вяжущее в асфальтобетоне битум нефтяной дорожный модифицирован Бутоналом NS 198 3 % мас.

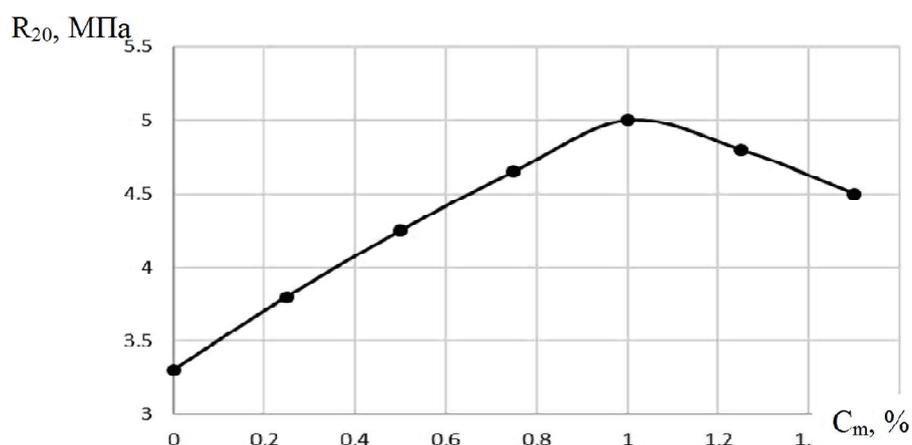


Рисунок 2 – Зависимость предела прочности при сжатии (R_{20}) комплексно-модифицированного асфальтобетона при 20 °C от концентрации полимера на поверхности минеральных материалов (C_m).

Зависимость коэффициента водостойкости при длительном водонасыщении ($W, \%$) (рис. 3) по динамике изменения до 1 % масс. Бутонала NS 198 аналогична по характеру с зависимостями, приведенными на рис. 1, 2. В то же время после достижения концентрации 1 % и более латекса Бутонал NS 198 значение $K_{вд}$ стабилизируется (рис. 3, таблица).

Из результатов, приведённых в таблице следует, что оптимальная концентрация катионного латекса Butonal NS 198 при модификации структурообразующих микро-, мезо- и макроструктуры составляет 1 % от массы минеральной части.

Особого внимания заслуживает интервал от 0 до 1 %, так как в нём происходят основные и наиболее существенные изменения свойств комплексно-модифицированного асфальтобетона. Вероятно, что при таком содержании латекса происходит активное структурообразование системы, а также взаимодействие на поверхности раздела фаз «органическое вяжущее – минеральный материал».

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально установлено влияние катионного латекса Butonal NS 198 на свойства асфальтобетона и доказана высокая эффективность данного полимерного модификатора.

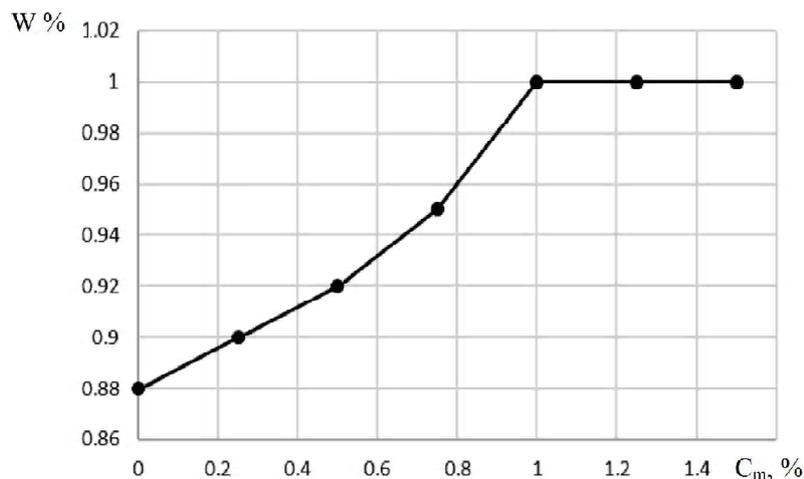


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента водостойкости при длительном водонасыщении ($W, \%$) комплексно-модифицированного асфальтобетона от массовой концентрации полимера на поверхности минеральных материалов (C_m).

Таблица – Показатели свойств асфальтобетонов с комплексно-модифицированной структурой катионным латексом Бутонал NS 198

Массовая концентрация на поверхности минеральных материалов NS 198, % масс.; органическое вяжущее битум нефтяной дорожный $P_{25} = 59-0,1$ мм, модифицированный 3 % мас. NS 198	Предел прочности при сжатии при 75°C , МПа	Предел прочности при сжатии при 20°C , МПа	Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении, $W, \%$, от объема
0	0,5	3,3	0,88
0,25	0,8	3,8	0,9
0,5	1,0	4,1	0,92
0,75	1,1	4,5	0,95
1,0	1,2	5,0	1,0
1,25	1,0	4,7	1,0
1,5	0,9	4,5	1,0

2. Для мелкозернистого асфальтобетона (тип «Б»), содержащего в своем составе битум БНД 40/60, модифицированный 3 % катионного латекса Butonal NS 198 определена оптимальная концентрация 1,0 % мас. Butonal NS 198 на поверхности минеральных материалов: щебня, песка, минерального порошка.

3. Комплексно-модифицированные Бутоналом NS 198 асфальтобетоны характеризуются прочностью при сжатии: при 20°C – до 5,0 МПа, при 75°C – до 1,1 МПа, а также снижением водонасыщения до 0,88 % от объема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бахрах, Г. С. Модель оценки срока службы дорожной одежды нежесткого типа / Г. С. Бахрах. – Текст : непосредственный // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2013. – № 3. – С. 35–41.
- Радовский, Б. С. Проблема решения долговечности дорожных одежд и методы ее решения в США / Б. С. Радовский. – Текст : непосредственный // Дорожная техника. – 2006. – С. 68–81.
- Гохман, Л. М. Битумы, полимер-битумные вяжущие, асфальтобетон : учебно-методическое пособие / Л. М. Гохман. – Москва : ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2008. – 117 с. – Текст : непосредственный.
- Калгин, Ю. И. Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов : монография / Ю. И. Калгин. – Воронеж : ВГАСУ, 2006. – 272 с. – Текст : непосредственный.
- Золотарев, В. А. Влияние модификации битума полимером типа СБС на устойчивость асфальтополимербетона в жидких агрессивных средах / В. А. Золотарев, Р. А. Хамад. – Текст : непосредственный // Автомобильные дороги. – 2014. – № 6(242). – С. 18–26.
- Телтаев, Б. Б. Характеристики деформирования асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог / Б. Б. Телтаев. – Текст : непосредственный // Дорожная техника Каталог справочник. – Санкт Петербург : ООО «Славутич», 2011. – С. 88–100.

7. Усталостная долговечность асфальтополимербетонов с комплексно-модифицированной микроструктурой / В. И. Братчун, В. Л. Беспалов, Е. А. Ромасюк [и др.]. – Текст : непосредственный // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2017. – № 3(81). – С. 32–36.
8. Котлярский, Э. В. Научно-методические основы оценки структурно-механических свойств композиционных материалов на основе органических вяжущих / Э. В. Котлярский. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2011. – № 10. – С. 36–41.
9. Модифицированные асфальтобетоны повышенной долговечности / В. И. Братчун, В. Л. Беспалов, М. К. Пактер [и др.]. – Текст : непосредственный / Научно-технические аспекты комплексного развития транспортной отрасли : сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции. – Донецк : ДААТ, 2016. – С. 66–67.

Получена 29.12.2021

Е. Л. РАДЮКОВА, В. В. ГОРЯЙНОВ
КОМПЛЕКСНО-МОДИФІКОВАНІ ЛАТЕКСОМ BUTONAL NS 198 ДОРОЖНІ
АСФАЛЬТОПОЛІМЕРБЕТОНІ ПІДВИЩЕНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. Робота присвячена розробці складів дорожніх модифікованих асфальтобетонів підвищеної довговічності з комплексно-модифікованою структурою катіонним латексом Butonal NS 198. Експериментально встановлено, що для дрібнозернистого асфальтобетону типу «Б», що містить у своєму складі бітум БНД 40/60, модифікований 3 % катіонним латексом Butonal NS 198, оптимальна концентрація Butonal NS 198 на поверхні мінеральних матеріалів: щебеню, піску, мінерального порошку дорівнює 2,0 % мас. Асфальтобетонні суміші, комплексно-модифіковані Бутоналом NS 198, в порівнянні зі сумішами з модифікованим Бутоналом NS 198 органічним в'язучим характеризуються підвищенням щільності до 2 348 кг/м³, міцності при стисненні при 20 °С – до 5,5 МПа, при 50 °С – до 1,94 МПа, а також зниженням водонасичення до 2,03 % від об'єму.

Ключові слова: бітум, модифікування, катіонний латекс Butonal NS 198, асфальтобетон з комплексно-модифікованою мікро-, мезо – і макроструктурою.

ELINA RADYUKOVA, VLADISLAV GORYAINOV
BUTONAL NS 198 LATEX-MODIFIED ASPHALT-POLYMER ROAD CONCRETES
OF INCREASED DURABILITY
Donbas National Academy of Construction and Architecture

Abstract. The work is devoted to the development of compositions of road modified asphalt concrete of increased durability with a complex modified structure with cationic latex Butonal NS 198. It has been experimentally established that for fine-grained asphalt concrete of type «B» containing BND 40/60 bitumen modified with 3% cationic latex Butonal NS 198, the optimal concentration of Butonal NS 198 on the surface of mineral materials: crushed stone, sand, mineral powder is 2.0 % by weight. Asphalt concrete mixtures complexly modified with NS 198 Bud compared with mixtures with modified NS 198 organic binder Bud are characterized by an increase in density up to 2 348 kg/m³, compressive strength at 20 °C – up to 5.5 MPa, at 50 °C – up to 1.94 MPa, as well as a decrease in water saturation up to 2.03 % of volume.

Key words: bitumen, modification, cationic latex Butonal NS 198, asphalt concrete with complex-modified micro-, meso- and macrostructure.

Радюкова Єліна Львівна – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ГОУ ВПО «Донбасская національная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Горяинов Владислав Витальевич – преподаватель-стажер кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: модификация органических вяжущих на контактной поверхности раздела фаз с целью получения долговечных асфальтобетонных.

Радюкова Єліна Львівна – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини в компоненти композиційних матеріалів.

Горяінов Владислав Віталійович – викладач-стажист кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: модифікація органічних в'язучих на контактній поверхні розділу фаз з метою отримання довговічних асфальтобетонів.

Radyukova Elina – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of effective technologies for processing technogenic raw materials into components of composite materials.

Goryainov Vladislav – lecturer-trainee, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modification of organic binders and the contact surface of the phase interface in order to obtain durable asphalt concrete.