

DOI: 10.12737/article_5a001aabad0b82.12097196

¹Траутвайн А.И., канд. техн. наук, доц.,¹Акимов А.Е., канд. техн. наук,²Черногиль В.Б., научный консультант,³Лукашук А.Г., аспирант,¹Яковлев Е.А., канд. техн. наук, доц.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова²ООО «Научно-Производственное Предприятие «Завод Инновационного Промышленного оборудования»³Воронежский государственный технический университет

ВЛИЯНИЕ ПРОПИТКИ «ДОРЛУК» НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ*

trautvain@bk.ru

В статье представлены результаты по влиянию пропитки «ДОРЛУК» производства ООО «Научно-Производственное Предприятие «Завод Инновационного Промышленного оборудования» («НПП «ЗИПо») на физико-механические характеристики асфальтобетонного покрытия на участке автомобильной дороги IP-193 Воронеж-Тамбов км 11 подход к путепроводу, построенного ДЭП-4 филиала АО «Дороги Черноземья». Исследования эффективности добавки проводилось по следующим характеристикам асфальтобетонных образцов: плотности, водонасыщению, водостойкости, водопроницаемости, усталостной прочности. Исследования показали, что использование пропитки «ДОРЛУК» привело к существенному снижению водонасыщения образцов асфальтобетона на 36 %, а также водопроницаемости на 3–4 мин. Снижение водонасыщения и водопроницаемости асфальтобетонных образцов будет способствовать уменьшению негативного влияния воды на прочностные характеристики асфальтобетона. При этом, важно отметить, что пропитка не оказала отрицательного влияния на усталостную прочность асфальтобетонных образцов, так как количество циклов образцов с пропиткой и без нее аналогично.

Ключевые слова: пропитка «ДОРЛУК», протектор, санация покрытия, физико-механические характеристики.

Введение. Из всех покрытий автомобильных дорог асфальтобетон является наиболее популярным в современном мире. Его неоспоримые плюсы в технологии производства работ, физико-механических и эксплуатационных характеристиках, а также стоимости. Однако асфальтобетонные покрытия, как и любой материал, подвергаясь воздействию погодно-климатических факторов и транспортных нагрузок, разрушаются. В процессе эксплуатации асфальтобетона, битум теряет свою эластичность, происходит отслаивание битумной пленки от каменного материала, образуются микротрещины. Под действием движения транспортных средств верхняя часть покрытия истирается и начинается шелушение. В периоды межсезонных заморозков и оттепелей вода неизбежно проникает в микротрещины, это приводит к образованию более значительных трещин и выбоин [1–11]. В настоящее время разработан ряд пропиток для асфальтобетонных покрытий, использование которых направлено на предотвращение развития всех этих процессов и «омоложения» покрытия, обес-

печения высокой герметизации имеющихся дефектов и повышения его водостойкости. Полимерная композиция «ДОРЛУК» производства ООО «НПП «ЗИПо» является протектором для надежной защиты, а также восстановления первоначальных свойств асфальтобетона. В работе была исследована эффективность данной пропитки.

Методология. Пропитки для восстановления асфальтобетонных покрытий являются новым продуктом на отечественном рынке. На сегодняшний день нет нормативных требований, предъявляемых к качеству данного материала, а также методам его исследования. Однако, исходя из тех задач, на решение которых направлено использование пропиток, при исследовании эффективности пропитки «ДОРЛУК» были определены физико-механические характеристики образцов асфальтобетона, отобранных из существующего покрытия автомобильной дороги, обработанных вышеуказанной пропиткой. Для сравнения были испытаны образцы асфальтобетона без использования пропитки «ДОРЛУК». Испытания асфальтобетонных образцов с пропиткой и без

нее проводили по следующим показателям плотности, водонасыщению, водостойкости, водопроницаемости, усталостной прочности. Такие показатели как плотность, водонасыщение, водостойкость согласно ГОСТ 12801-98, усталостная прочность по методическим рекомендациям по определению усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий [12]. Водопроницаемость образцов асфальтобетона определялась при помощи установки для определения водопроницаемости бетона. Образцы помещались в испытательные камеры и подвергались воздействию вод под давлением 0,3 МПа. Засекалось время падения столба жидкости (расход воды).

Основная часть. По заявлению самого производителя добавки «ДОРЛУК», ее принцип действия следующий: при нанесении пропитки, его компоненты проникают в поры и микротрещины асфальтобетонного покрытия на глубину до 20-30 миллиметров в зависимости от пористости покрытия. При этом пропитка, благодаря своему уникальному составу, активно взаимодействует как с битумом, так и каменным материалом. В результате образуется сополимерная мембрана, которая изолирует имеющиеся поры и трещины от проникновения воды, тем самым герметизируя покрытие.

С целью определения коэффициента эффективности асфальтобетонной пропитки «ДОРЛУК» на основе полимерной композиции 12

июня 2017 г. на участке автомобильной дороги 1Р-193 Воронеж-Тамбов км 11 подход к путепроводу, построенного ДЭП-4 филиала АО «Дороги Черноземья» были проведены экспериментальные работы по нанесению данной пропитки на верхний слой асфальтобетонного покрытия, устроенного из ЩМА-15, с признаками начальной стадии шелушения.

Пропитка наносилась путем розлива композиции на поверхность асфальтобетонного покрытия и распределялась ручным способом. Через 3 часа (время высыхания пропитки) были отобраны керны $D=100$ мм в количестве 26 штук. Из них 9 штук с пропиткой и 17 штук без пропитки. При этом образцы были исследованы:

- ФАУ «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ»), г. Воронеж) по показателям: плотность, водонасыщение, водостойкость;

- ФГБОУ ВО Белгородским государственным технологическим университетом им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова) по показателям: водонасыщение, водопроницаемость, усталостная прочность.

Результаты исследований, проведенных ФАУ «РОСДОРНИИ», представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические показатели асфальтобетона

Наименование показателя	Образцы из покрытия	Образцы из покрытия, обработанные пропиткой «ДОРЛУК»	Требования ГОСТ 31015-2002, ОДМ 218.3.073-2016
Плотность, г/см ³	2,38	2,38	Не нормируется
Водонасыщение, %	2,04	1,71	До 3,5
Водостойкость	0,86	0,93	Не нормируется

ФАУ «РОСДОРНИИ» на основании проведенных Лукашук А.Г. [13] исследований представило следующее заключение: обработка асфальтобетонного покрытия пропиткой «ДОРЛУК» на основе полимерной композиции уменьшает показатели водонасыщения на 20 % и увеличивает показатель водостойкости на 8 %.

При проведении исследований в БГТУ им. В.Г. Шухова предоставленные асфальтобетонные образцы были разделены на две группы. Одна часть образцов относилась к контрольной группе и исследовалась без нанесения пропитки, другая серия образцов была обработана пропиткой «ДОРЛУК». Перед испытанием боковая и нижняя поверхность всех образцов была покрыта битумом с целью предотвращения попадания

воды через боковые грани. Это позволило оценить эффективность работы самой пропитки.

Обработка боковой поверхности образцов осуществлялась путем их погружения в разогретый до 140 °С битум так, чтобы не покрытой оставалась только верхняя грань образца. Далее образец выдерживали на воздухе в течение суток.

Физико-механические характеристики результатов исследований представлены в табл. 2 и на рис. 1–2.

Из представленных результатов видно, что использование пропитки положительно отразилось на показателе водонасыщения и водопроницаемости асфальтобетонных образцов. Так, снижение водонасыщения образцов композита, обработанных пропиткой «ДОРЛУК» составило 36 %.

При этом водопроницаемость снизилась с 11–12 мин до 8 мин, то есть падение составило 3–4 мин.

Показатели водопроницаемости и водонасыщения косвенно характеризует структуру плотных материалов, работающих в условиях непосредственного контакта с водой. Снижение этих

показателей свидетельствует о том, что асфальтобетонное покрытие, обработанное пропиткой, будет меньше подвержено негативному влиянию воды.

Таблица 2

Результаты определения физико-механических показателей образцов асфальтобетона с пропиткой «ДОРЛУК» и контрольных (без использования пропитки)

Наименование показателя		Единица измерения	Образцы с пропиткой	Контрольные образцы
Водонасыщение		%	2,9	4,5
Водопроницаемость асфальтобетона под давлением 0,3 МПа	1 образец	время падения уровня воды на 1 см, мин	8 мин 11 сек	12 мин 35 сек
	2образец		8 мин 45 сек	11 мин 06 сек
Усталостная прочность		количество циклов до разрушения	513000	506000

Известно, что именно вода проникает в поры асфальтобетона и ослабляет взаимную связь минеральных материалов с пленкой вяжущего. Замерзая зимой в порах асфальтобетона, вода переходит в лед с увеличением в объеме на 8–9 %, что создает в них давление свыше 29 МПа. Наибольшее разрушительное действие оказывает происходящее весной и осенью попеременное замораживание и оттаивание асфальтобетона. Знакопеременные температуры приводят к появлению трещин.

Известно, что разрушение асфальтобетона под действием многократных нагрузок обусловлено процессами усталости, т.е. образованием и накоплением микродефектов с постепенным снижением прочности во времени [14]. Важно отметить и то, что усталостная прочность асфальтобетонных образцов, обработанных пропиткой несколько выше, чем контрольных образцов. Это свидетельствует о том, что компоненты пропитки «ДОРЛУК» способствовали незначительному снижению микротрещин в структуре композита.

Покрытия автомобильных дорог в процессе эксплуатации находится под воздействием, главным образом, двух групп факторов – погодноклиматических и механических, обусловленных нагрузками от транспортных средств. Под воздействием именно этих двух групп факторов происходят необратимые изменения свойств и структуры асфальтобетона в слое покрытия, снижающее его долговечность. Поэтому восстановление основных эксплуатационных свойств существующих асфальтобетонных покрытий возможно за счет применения пропитки «ДОРЛУК».

При оценке эффективности работы пропитки «ДОРЛУК» был рассчитан коэффициент эффективности ее работы по формуле [15]

$$K_{эф} = W_1/W_2, \quad (1)$$

где W_1 – водонасыщение контрольных образцов, не обработанных пропиткой, %; W_2 – водонасыщение образцов, обработанных пропиткой, %.

Согласно результатам, проведенным в лаборатории ФАУ «РОСДОРНИИ» значение $K_{эф}$ составило 1,2; БГТУ им. В.Г. Шухова – 1,6.

Выводы. При исследовании эффективности пропитки «ДОРЛУК» были определены физико-механические характеристики образцов асфальтобетона, отобранных из существующего покрытия автомобильной дороги, обработанных вышеуказанной пропиткой. Для сравнения были испытаны образцы асфальтобетона без использования пропитки «ДОРЛУК». Испытания проводили по следующим показателям: плотность, водостойкость, водонасыщение, водопроницаемость, усталостная прочность.

Исследования показали, что санация покрытия пропиткой – протектором «ДОРЛУК» привело к существенному снижению водонасыщения образцов асфальтобетона на 20% (согласно исследованиям ФАУ «РОСДОРНИИ») 36 % (согласно исследованиям БГТУ им. В.Г. Шухова), а также водопроницаемости на 3–4 мин, увеличению водостойкости на 8%. Увеличение показателя водостойкости, а также снижение водонасыщения и водопроницаемости асфальтобетонных образцов будет способствовать уменьшению негативного влияния воды на прочностные характеристики асфальтобетона.

При этом, важно отметить, что пропитка не оказала отрицательного влияния на усталостную прочность асфальтобетонных образцов, так как

количество циклов образцов с пропиткой и без нее аналогично.

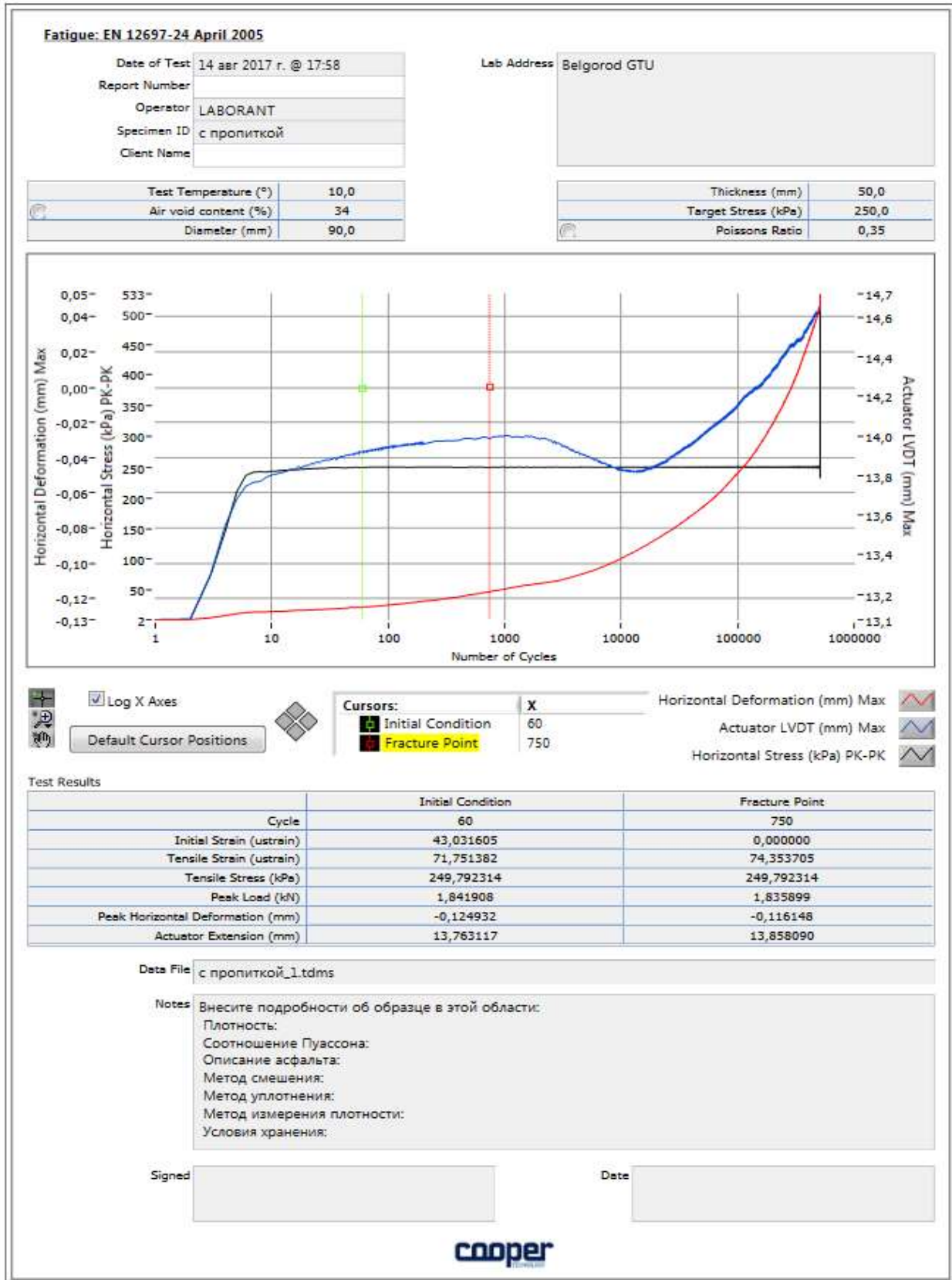


Рис. 1. Показатели усталостной прочности образцов с пропиткой «ДОРЛУК»

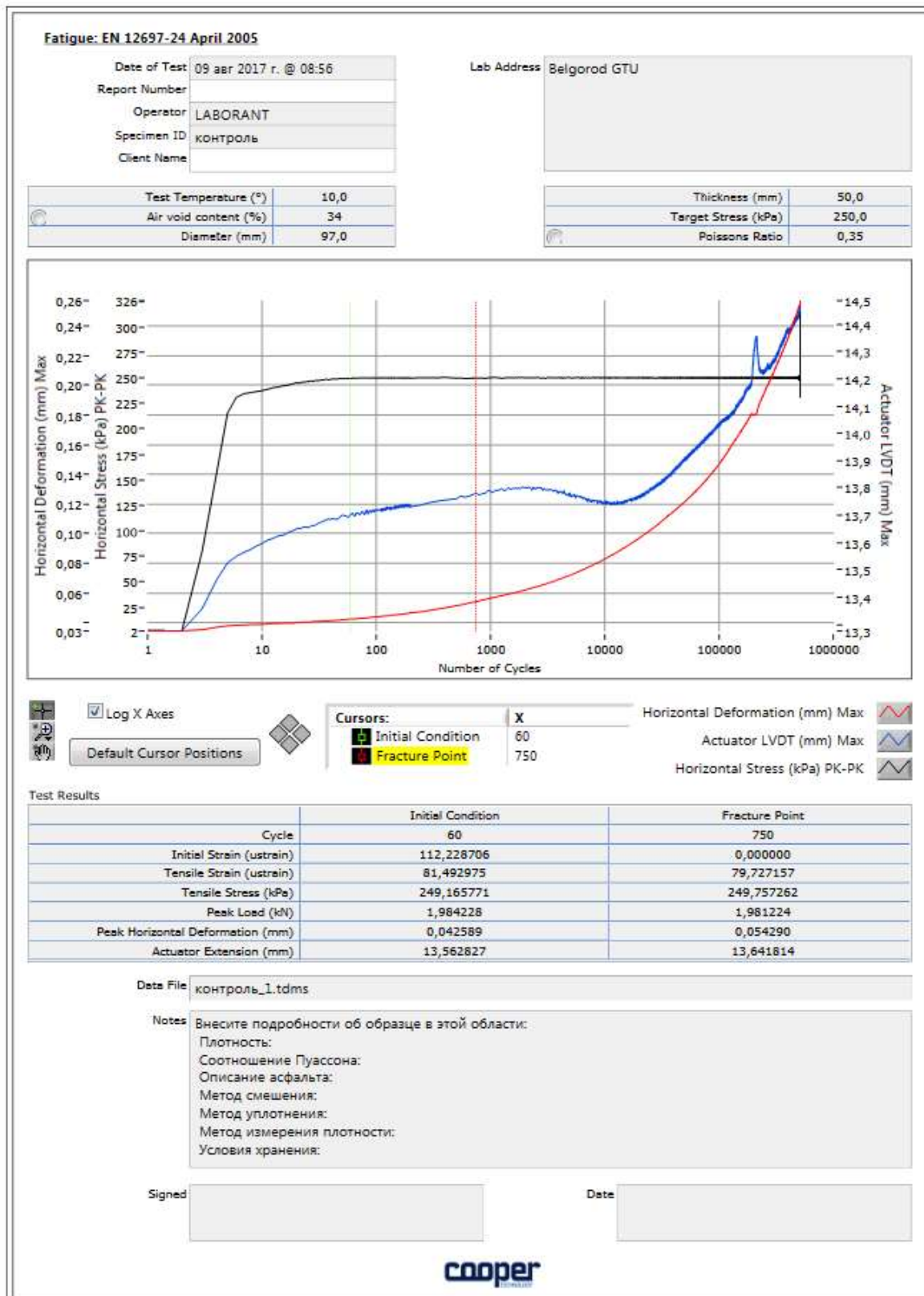


Рис. 2. Показатели усталостной прочности контрольных образцов без пропитки

Представленные результаты свидетельствуют об эффективности использования пропитки «ДОРЛУК» для повышения качества асфальтобетонного покрытия.

**Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Холопов В.С., Траутвайн А.И. Влияние температуропонижающей добавки на старение битума и асфальтобетона // В сборнике: Региональная научно-тех-

ническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области сборник докладов. 2016. С. 334-342.

2. Радовский Б.С. Технологии нового теплого асфальтобетона в США//Дорожная техника. 2008. № 8. С. 24–28.

3. Траутвайн А.И., Альтергот А.А. Исследование влияния различных полимеров и пластификаторов на свойства битума // В книге: Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии материалы международной научно-технической конференции. ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет». 2017. С. 286–287.

4. Колесник Д.А. Выбор модификатора асфальтобетона для расширения строительного сезона // Мир дорог. 2013. № 10. С. 45–47.

5. Куликова А.В., Соломенцев А.Б. Реологические свойства дорожного битума с добавками для теплого асфальтобетона // Строительные материалы и технологии. 2013. № 2. С. 104–111.

6. Gridchin A.M., Yadykina V.V., Trautvain A.I., Sharapov R.R., Zhukova A.A. Stone Mastic Asphalt and Stabilizing Additives for its Production // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 9. №12. P. 1053–1058. URL: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=rjasci.2014.1053.1058>. DOI: 10.3923/rjasci.2014.1053.1058.

7. Yadykina V., Tobolenko S., Trautvain A., Zhukova A. The influence of stabilizing additives on the physico-mechanical properties of stone mastic asphalt concrete // Procedia Engineering. 2015. Vol. 117. P. 381–386. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815018354>).

8. Onfield Jean-Noel. Enrobes tiedes: Pourquoi vont-ils se substituer aux enrobes a chaud?//Route actual. 2009. № 178. С. 26–28.

9. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Траутвайн А.И., Вербкин В.И. Исследование влияния различных полимеров и пластификаторов на свойства битума БНД 60/90 и асфальтобетона на его основе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 40–45.

10. Ядыкина В.В., Траутвайн А.И., Чистяков Ю.П., Землякова Д.В. Влияние добавок EVOTHERM, АЗОЛ 1007 и АДГЕЗОЛ 3-ТД на свойства битума // Дороги и мосты. 2015. № 1. С. 320.

11. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Холопов В.С., Траутвайн А.И. Изменение свойств битума и асфальтобетона под влиянием добавок для теплого асфальтобетона // В сборнике: Научные технологии и инновации Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 124–128.

12. ОДМД. Методические рекомендации по определению усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий. М.: Изд-во ФДА «Росавтодор», 2011. 36 с.

13. Калгин Ю.И., Тюков Е.Б., Лукашук А.Г. Прогнозирование долговечности слоя поверхностной обработки дорожных покрытий с использованием моделирования нейронных сетей // Инженерные системы и сооружения. 2014. Т. 3. № 4 (17). С.37–43.

14. Траутвайн А.И., Гридчин А.М., Вербкин В.И. Разработка комплексного полимерного вяжущего для органоминеральных смесей, позволяющего снизить образование колеи на асфальтобетонном покрытии // В сборнике: Научные технологии и инновации Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 112–116.

15. ОДМ 218.3.073-2016. Рекомендации по применению пропиточных составов для повышения долговечности асфальтобетонных покрытий. М.: Изд-во ФДА «Росавтодор», 2016. 57 с.

Информация об авторах

Траутвайн Анна Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных и железных дорог.

E-mail: trautvain@bk.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Акимов Андрей Евгеньевич, ведущий инженер ЦВТ БГТУ им. В.Г. Шухова.

E-mail: akimov548@gmail.com.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Черногиль Виталий Богданович, научный консультант.

E-mail: vital.zipo@gmail.com.

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-Производственное Предприятие «Завод Инновационного Промышленного Оборудования».

Россия, 398531, Липецкая область, Липецкий район, с. Ленино, ул. Титова, д. 27 а.

Лукашук Александр Геннадьевич, аспирант.

E-mail: vital.zipo@gmail.com.

Воронежский государственный технический университет.

Россия, 394026, г. Воронеж, Московский проспект, 14.

Яковлев Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой автомобильных и железных дорог.

E-mail: jea@intbel.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Траутвайн А. И., Акимов А.Е., Черногиль В.Б., Лукашук А.Г., Яковлев Е.А., 2017

Trautvain A.I., Akimov A.E., Chernogil V.B., Lukashuk A.G., Yakovlev E.A.
INFLUENCE OF DORLUK IMPREGNATION ON PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ASPHALT PAVEMENTS

The article shows results on the influence of "Dorluk" impregnation on physical and mechanical characteristics of asphalt concrete pavement. "Dorluk" impregnation is produced by "Scientific-Production Enterprise" Plant Innovation Industrial Equipment ("SPE "ZIPo"). Impregnation was tested on the section of road IP-193 from Voronezh to Tambov near the road approach constructed by DEP-4 road servise. Research the effectiveness of the additive were carried out according to the following characteristics of asphalt-concrete samples: density, water saturation, water resistance, water permeability, fatigue strength. According to the results application of DORLUK impregnation results in a significant decrease in the water saturation of asphalt concrete samples by 36%, and also by water permeability under the pressure for 3-4 min. Reducing water saturation and water permeability of asphalt concrete samples help to minimize the negative impact of water on the strength characteristics of asphalt concrete. It is important to note that impregnation have no negative effect on the fatigue strength of asphalt concrete samples, since amount of cycles of samples with impregnation and without it is similar.

Keywords: *impregnation "DORLUK", tread, coating restoration asphalt pavements, physical and mechanical characteristics.*

Information about the authors

Trautvain Anna Ivanovna, Ph.D., Assistant professor.

E-mail: trautvain@bk.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Akimov Andrey Evgenievich, Leading engineer of the Center for High Technologies

E-mail: akimov548@gmail.com.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Chernogil Vitaly Bogdanovich, Scientific consultant.

E-mail: vital.zipo@gmail.com.

Limited Liability Company "Scientific-Production Enterprise" Plant of Innovative Industrial Equipment "

Russia, 398531, Lipetsk region, village Lenino, st. Titova, 27 a

Lukashuk Alexander Gennadievich, Research assistant

E-mail: vital.zipo@gmail.com.

Voronezh State Technical University

Russia, 394026, Voronezh, Moskovsky prospect, 14

Received in September 2017

© Trautvain A.I., Akimov A.E., Chernogil V.B., Lukashuk A.G., Yakovlev E.A., 2017