

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article\_5c5061fd688293.78594078

<sup>1</sup>Углова Е.В., <sup>1,\*</sup>Ширяев Н.И., <sup>1</sup>Ни Г., <sup>1</sup>Поздняков Н.О.<sup>1</sup>Донской Государственный Технический Университет  
Россия, 344000, Ростов-на-Дону, ул.Социалистическая 162

\*E-mail: nikita24121990@gmail.com

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ И ДРЕНИРУЮЩИХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ СЛОЕВ ИЗНОСА

**Аннотация.** Одной из важнейших задач дорожного хозяйства является обеспечение безопасности движения при эксплуатации автомобильных дорог. Для предотвращения преждевременных разрушений дорожной одежды, необходимо использовать современные композиционные материалы не только с высокими прочностными характеристиками, но и с надежными эксплуатационными показателями качества. В зарубежной практике существует опыт применения защитных слоев покрытия из щебеночно-мастичных и высокопористых или пористых асфальтобетонных смесей с открытой гранулометрией (дренирующих), позволяющих существенно повысить безопасность дорожного движения. При сравнительном анализе качественных характеристик щебеночно-мастичных и дренирующих асфальтобетонных смесей, применяемых при устройстве слоев износа, были определены физико-механические и эксплуатационные свойства асфальтобетонов.

Исследования показали, что применение дренирующего асфальтобетона в качестве слоя износа дорожной одежды повышает сцепление колес автомобиля с покрытием, снижает вероятность аквапланирования и уменьшает количество брызг от впереди движущегося транспорта, что позволит повысить безопасность дорожного движения в дождливую погоду. При этом, важно отметить и тот факт, что покрытие из дренирующего асфальтобетона более устойчиво к колееобразованию по сравнению с щебеночно-мастичным асфальтобетоном.

**Ключевые слова:** слой износа, верхний слой покрытия, щебеночно-мастичный асфальтобетон, дренирующий асфальтобетона, колееобразования, фильтрация.

**Введение.** На территории Российской Федерации на автомобильных дорогах с высокой грузонапряженностью верхний слой покрытия преимущественно устраивают из щебеночно-мастичного асфальтобетона, основным назначением которого является обеспечение комфортного и безопасного движения транспортных средств. Долговечность такого конструктивного слоя во многом связана с качеством подбора состава асфальтобетонной смеси.

Анализ зарубежных методов проектирования асфальтобетонных смесей выявил, что основной целью на стадии подбора состава является создание оптимальной структуры асфальтобетона, обеспечивающей требуемые эксплуатационные свойства в течении срока службы [4].

Во многих странах Европы в качестве верхнего слоя покрытия (закрывающего слоя) применяют асфальтобетонные смеси с открытой гранулометрией, так называемые дренирующие асфальтобетонные смеси. По показателям эксплуатационных свойств такие асфальтобетоны должны соответствовать следующим критериям: быть устойчивыми к колееобразованию; обеспе-

чивать высокие сцепные качества покрытия автомобильной дороги и предотвращать аквапланирование.

Для оценки возможности эффективного применения в IV д.к.з. в качестве слоя износа дренирующих асфальтобетонных смесей взамен щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей были проведены экспериментальные исследования и осуществлен сравнительный анализ их эксплуатационных свойств.

**Методология.** В настоящей статье представлены результаты экспериментальных исследований щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМА-10 по ГОСТ 31015-2002 и дренирующей асфальтобетонной смеси ДА-10 по СТО АВТОДОР 2.15-2016 [7, 8].

Для подбора составов асфальтобетонных смесей использовались щебень фракции 5-10мм, песок из отсевов дробления, активированный минеральный порошок, стабилизирующая добавка СД-39 [2] и полимерно-модифицированный битум марки ПМБ 50/70 68-20 [1]. Содержание модифицированного вяжущего в ЩМА-10 составляло 6,5 %, а в ДА-10 – 5,0 %. Все исходные компоненты смесей соответствовали требованиям действующей нормативно-технической

документации. Кривые гранулометрического состава представлены на рис. 1.

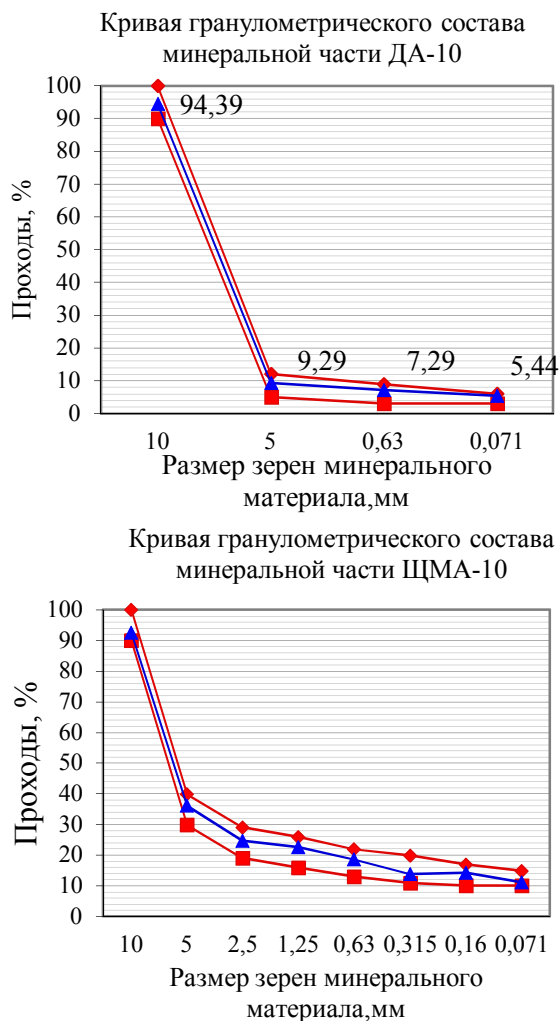


Рис. 1. Кривые гранулометрического состава минеральной части дренажного и щебеночно-мастичного асфальтобетона

Определение показателей физико-механических и эксплуатационных свойств исследуемых асфальтобетонных смесей осуществлялось в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документацией.

**Основная часть.** Дренажный асфальтобетон – это пористый материал, применяемый в качестве покрытия автомобильных дорог поверх плотного асфальтобетона и обеспечивающий быстрый отвод воды с поверхности дороги. Покрытия из дренажного асфальтобетона предназначены для увеличения безопасности на дорогах, но помимо высоких сцепных характеристик они обладают и рядом других преимуществ. Высокая пористость обеспечивает водопроницаемость, что уменьшает количество поверхностной воды и, таким образом, уменьшает образование брызг при дождливой погоде. Это ведет к снижению риска аквапланирования и увеличению видимости на дорогах, а в конечном итоге – к повышению уровня безопасности дорог.

В рамках экспериментальных исследований были выполнены испытания по определению ряда показателей физико-механических свойств асфальтобетонов на соответствие как требований ГОСТ 31015-2002, так и СТО АВТОДОР 2.15-2016. Результаты испытания представлены в табл. 1.

Из анализа полученных результатов испытаний можно сделать вывод о том, что дренажный асфальтобетон по прочностным показателям физико-механических свойств соответствует требованиям ГОСТ 31015, но при этом у ЩМА-10 фактические значения данных показателей выше.

Таблица 1

**Показатели физико-механических свойств исследуемых асфальтобетонов**

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Требования		Фактические значения	
			по ГОСТ 31015-2002	по СТО АВТОДОР 2.15-2016	ЩМА-10	ДА-10
1	Остаточная пористость	%	2,0–4,5	12,0–16,0	2,24	13,6
2	Плотность	гр/см <sup>3</sup>	–	–	2,41	2,36
3	Предел прочности при сжатии при температурах, не менее:	МПа	20 °С	–	4,2	3,3
			50 °С	–	1,1	0,9
6	Коэффициент морозостойкости, не менее	–	–	0,85	0,97	0,88
7	Скорость фильтрации, не менее	см/сек	–	0,50	0,15	1,21

Важно отметить, что для предотвращения аквапланирования асфальтобетон должен обладать фильтрационной способностью, т.е. беспрепятственно отводить воду с поверхности слоя из-

носа через поры. При анализе по данному показателю ЩМА-10 выявлено, что его фильтрационная способность существенно ниже требований, а, следовательно, такой асфальтобетон будет об-

ладать меньшим коэффициентом сцепления колеса с покрытием в дождливую погоду. Благодаря высокой пористости дренажного асфальтобетона слоя износа, устроенные с их применением, снижают на 10–15 дБ уровень шума, возникающего при взаимодействии шины с покрытием, относительно щебеночно-мастичных асфальтобетонов.

На рис. 2 представлены образцы-плиты из щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-10 и дренажного асфальтобетона ДА-10 при определении их фильтрационной способности на приборе «ПФДА» [6].



а) ЩМА-10, б) ДА-10

Рис. 2. Отвод воды с покрытия автомобильной дороги

Слой износа – это верхний слой дорожного покрытия, задача которого обеспечение необходимого сцепления автотранспорта с дорогой и защита основных слоев дорожного покрытия от транспортной нагрузки и погодно-климатических факторов.

С целью определения срока службы слоя износа по устойчивости к пластическому колееобразованию были приготовлены образцы-плиты на секторном уплотнителе, иметирующем процесс уплотнения асфальтобетонной смеси кактами в производственных условиях [9].

Образцы-плиты выдерживались сутки при комнатных условиях в воздушной среде, а непосредственно перед началом испытания термостатировались в климатической камере при температуре  $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$  в течении 4-х часов, после чего подвергались воздействию колеса при заданном количестве циклов.

Результаты испытания представлены на рис. 3 и 4.

По полученным данным, можно сделать вывод о том, что щебеночно-мастичный асфальтобетон, обладая на 10–15 % более высокими прочностными характеристиками, в 2 раза менее устойчив к возникновению пластических деформаций, чем дренажный асфальтобетон.

При прогнозировании срока службы покрытия из дренажного асфальтобетона по предельно допустимому значению колееобразования (2 см) в соответствии с действующей нормативно-технической документацией, его эксплуатация возможна в течении 7 лет без образования пластических деформаций, в то время как эксплуатация покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона возможна лишь 4,5 года.

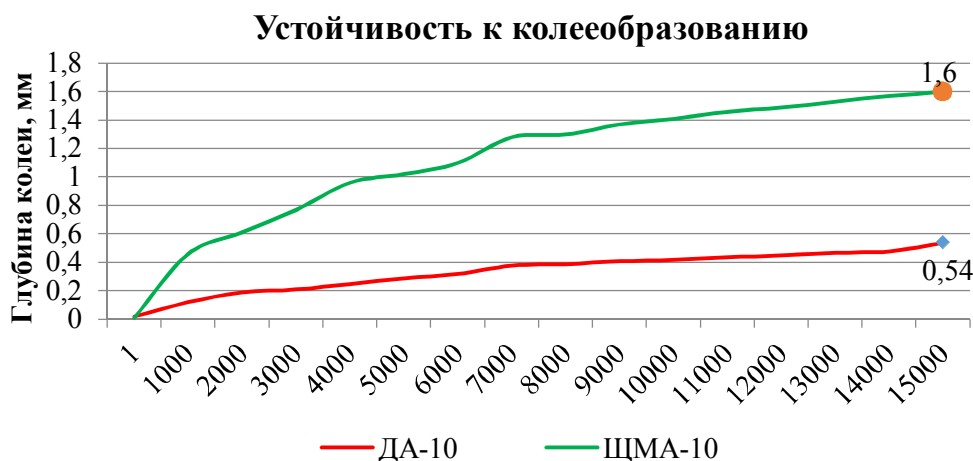


Рис. 3. График показателя «устойчивость к колееобразованию» исследуемых асфальтобетонов

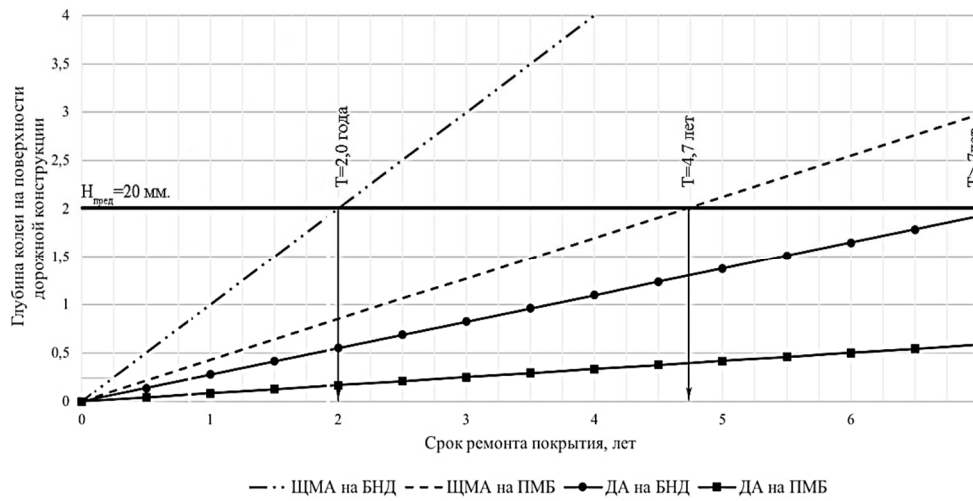
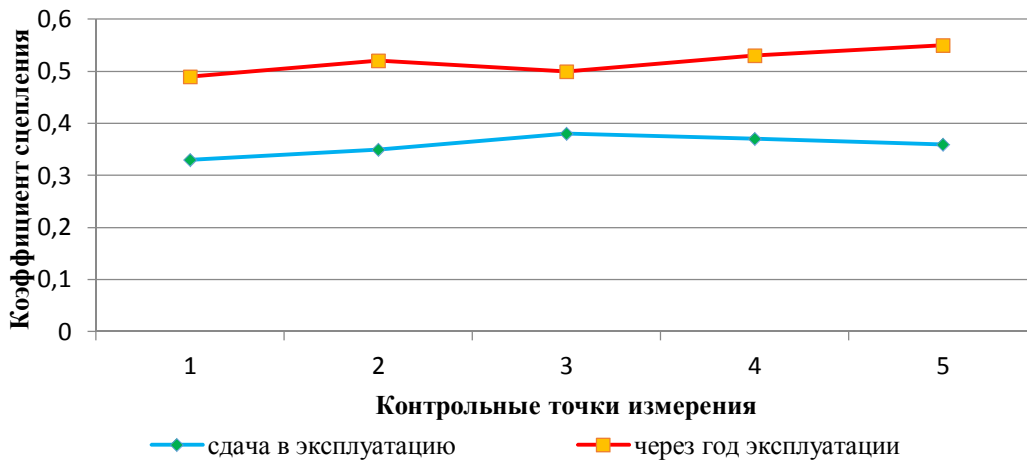


Рис. 4. График прогнозирования срока службы слоя износа по предельно допустимому значению колеобразования

Определение сцепных свойств колес транспортного средства с покрытием осуществлялось инструментальным способом при помощи прибора ППК-МАДИ на опытно-экспериментальном

участке, устроенном в 2017 г. в Ростовской области. Натурные измерения проводились на момент сдачи участка в эксплуатацию и через год эксплуатации.

**Коэффициент сцепления колеса с покрытием автомобильной дороги (слой износа из ЩМА-10)**



**Коэффициент сцепления колеса с покрытием автомобильной дороги (слой износа из ДА-10)**

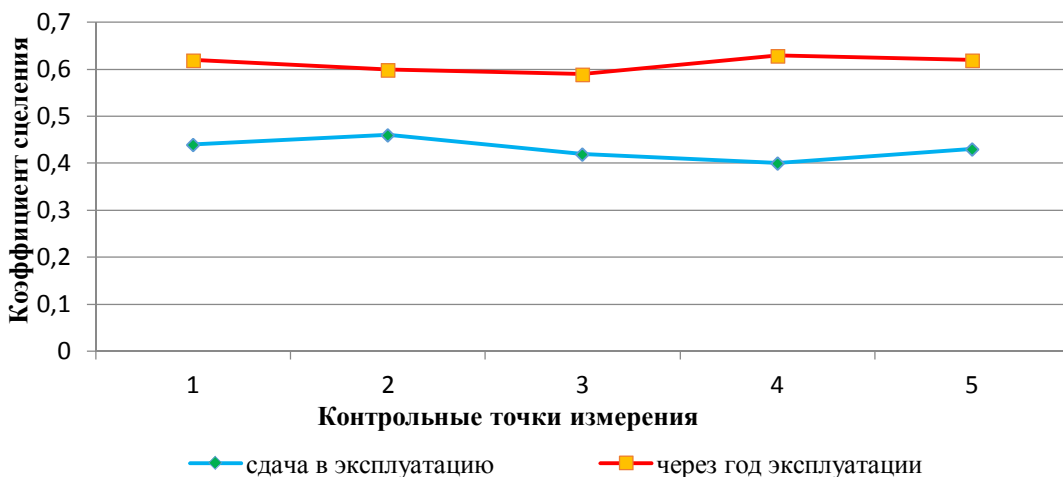


Рис. 5. График показателя «коэффициент сцепления колеса с покрытием автомобильной дороги

По результатам анализа данных рис. 5, можно сделать вывод о том, что коэффициент сцепления колеса с покрытием из дренирующей асфальтобетона ДА-10, как на момент сдачи участка в эксплуатацию, так и через год эксплуатации, выше на 15–18 %, чем из щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-10. Это во многом связано с тем, что толщина битумной пленки у дренирующих асфальтобетонов меньше, чем у щебеночно-мастичных асфальтобетонов

**Выводы.** При сравнительном анализе качественных характеристик щебеночно-мастичных и дренирующих асфальтобетонных смесей, применяемых при устройстве слоев износа, были определены физико-механические и эксплуатационные свойства асфальтобетонов.

Исследования показали, что применение дренирующего асфальтобетона в качестве слоя износа дорожной одежды повышает сцепление колес автомобиля с покрытием, снижает вероятность аквапланирования и уменьшает количество брызг от впереди движущегося транспорта, что позволит повысить безопасность дорожного движения в дождливую погоду. При этом, важно отметить и тот факт, что покрытие из дренирующего асфальтобетона более устойчиво к колееобразованию по сравнению с щебеночно-мастичным асфальтобетоном [5].

Таким образом, представленные результаты сравнительных испытаний щебеночно-мастичного и дренирующего асфальтобетонов, свидетельствуют об эффективности применения последних в качестве слоя износа дорожной одежды в IV дорожно-климатической зоне.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чернов С.А., Ширяев Н.И., Майор Ю.А. Опыт применения отходов резиновой крошки в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях / Строительство-2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. // Рост. гос. строит. ун-т. Ростов н/Д.: РГСУ, 2013. С. 198–200

2. Чирва Д.В., Колев В.Г., Чернов С.А. Анализ эффективности влияния стабилизирующих и полимерных добавок на физико-механические показатели щебеночно-мастичных смесей // Автомобильные дороги. 2013. № 8 (981). С. 70–75.

3. Ширяев Н.И., Гаврилов В.А., Чернов С.А. Дренирующие асфальтобетоны для верхних слоев покрытия / Строительство – 2015: материалы Междунар. науч.-практ. конф. // Рост. гос. строит. ун-т. Ростов н/Д.: РГСУ, 2015. С. 54–57.

4. Илиополов С.К., Мардиросова И.В., Дармодехин П.О., Чернов С.А. Модифицированная щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь с дисперсно-армирующей добавкой «FORTA» // [Электронный ресурс] // НАУКОВЕДЕНИЕ. [Электронный ресурс]: электрон. науч. журн. 2012. № 4(13). Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/87trgsu412.pdf>.

5. Чернов С.А., Ширяев Н.И., Конорева О.В., Голубин К.Д. Эксплуатация покрытий автомобильных дорог из дренирующего асфальтобетона, Ростов н/Д.: ДГТУ, 2018. 120 с.

6. Пат. 148806 Россия, МПК G01N 15/08. – № 2014136634/28. Прибор для определения коэффициента фильтрации образцов из дренирующей асфальтобетонной смеси – «ПФДА» / Чернов С.А., Голубин К.Д., Ширяев Н.И., Леконцев Е.В., Мардиросова И.В.; заявл. 9.09.2014; опубл. 20.12.2014 Бюл. № 35.

7. ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия». МНТСК. Москва 2002г. 21 с.

8. СТО АВТОДОР 2.15-2016 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дренирующие. Технические условия». Государственная коопная «Автодор». Москва. 2016. 18 с.

9. ПНСТ 181-2016 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса». Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Стандартинформ. Москва. 2016. 8с.

### Информация об авторах

**Углова Евгения Владимировна**, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Автомобильные дороги». E-mail: [uglova.ev@yandex.ru](mailto:uglova.ev@yandex.ru). Донской Государственный Технический Университет. Россия, 344000, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162.

**Ширяев Никита Игоревич**, научный сотрудник Дорожно-транспортного научно-исследовательского института. E-mail: [nikita24121990@mail.ru](mailto:nikita24121990@mail.ru). Донской Государственный Технический Университет. Россия, 344000, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162.

**Ни Гуансун**, магистр. E-mail: [nikita24121990@mail.ru](mailto:nikita24121990@mail.ru). Донской Государственный Технический Университет. Россия, 344000, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162.

**Поздняков Николай Олегович**, аспирант кафедры «Автомобильные дороги» преподаватель.  
E-mail: notedcrwk@mail.ru. Донской Государственный Технический Университет, 344000, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162.

Поступила в декабре 2018 г.

© Углова Е.В., Ширяев Н.И., Ни Г., Поздняков Н.О., 2019

<sup>1</sup>Uglova E.V., <sup>1,\*</sup>Shiryayev N.I., <sup>1</sup>Ni G., <sup>1</sup>Pozdnyakov N.O.

<sup>1</sup>Don State Technical University

Russia, 344000, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya st. 162

\*E-mail: nikita24121990@mail.ru

## COMPARATIVE ANALYSIS OF OPERATIONAL PROPERTIES OF STONE MASTIC AND DRAINING ASPHALT-CONCRETE MIXTURES FOR WEAR LAYER

**Abstract.** Ensuring traffic safety is one of the most important tasks of the road sector. It is necessary to use modern composite materials with high strength characteristics and with reliable performance of quality indicators to prevent premature destruction of pavement. The foreign practice provides an experience of applying protective coating layers of black mastic and highly porous or porous asphalt concrete mixes with open granulometry (draining), which can significantly improve the road safety. A comparative analysis of crushed stone-mastic and draining asphalt concrete mixtures used in the device layers of wear determines the physico-mechanical and operational properties of asphalt concrete. Studies demonstrate that the use of draining asphalt concrete as a pavement of wear layer increases car's contact with the road; reduces the probability of aquaplaning and decreases splashing from ahead of moving vehicles. It can improve road traffic safety on rainy season. At the same time, the coating of the draining asphalt concrete is more resistant to glue formation as compared with crushed stone and mastic asphalt concrete.

**Keywords:** wear layer, top coating layer, crushed stone-mastic asphalt concrete, draining asphalt concrete, glue formation, filtration.

### REFERENCES

1. Shapovalov N.A., Poluektova V.A. The nano-modifier for concrete mixtures and concrete. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2015, no. 5, pp. 72–76.

2. Chirva.DV., Kolev V.G. Chernov S.A. Analysis of the effectiveness of the effect of stabilizing and polymer additives on the physico-mechanical indicators of crushed stone-mastic mixtures. Roads, 2013, no. 8 (981), pp. 70–75.

3. Shiryayev N.I., Gavrilov V.A., Chernov S.A. Draining asphalt concrete for the upper layers of the coating. Building - 2015: materials of the Intern. scientific-practical conf. Growth. state builds un-t - Rostov n / a.: RSSU. 2015, pp. 54–574.

4. Chernov S.A., Shiryayev N.I., Major Yu.A. Experience of using rubber crumb waste in stone mastic asphalt mixes. Construction-2013: materials of the Intern. scientific-practical conf. Growth. state builds un-t - Rostov n / a.: RSSU. 2013, pp. 198–200.

5. Chernov S.A. Shiryayev N.I., Konoreva O.V., Golyubin K.D. Operation of road pavements from

the draining asphalt pitch, Rostov n / D.: DSTU. 2018, 120 p.

6. Chernov S.A. Golyubin K.D. Shiryayev N.I. Lekontsev E.V. Mardiroswa I.V A device for determining the filtration coefficient of samples from a draining asphalt concrete mix – PFDA. Pat RF. No. 2014136634/28, 2014.

7. GOST 31015-2002 “Asphalt concrete mixes and crushed stone-mastic asphalt concrete. Technical conditions. " Mntc. Moscow, 2002, 21p.

8. STO AVTODOR 2.15-2016 “Drainage asphalt concrete and asphalt concrete mixtures. Technical conditions " State Avtodor. Moscow. 2016, 18 p.

9. PNST 181-2016 “Roads of public use. Asphalt road mixes and asphalt concrete. Method for determination of resistance to groove formation by rolling a loaded wheel”. Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. Standartinform. Moscow. 2016, 8 p.

### Information about the authors

**Uglova, Evgenia V.** DSc, Professor, Head of the Highways Department. E-mail: uglova.ev@yandex.ru. Don State Technical University, 344000, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya st. 162.

**Shiryaev, Nikita I.** Researcher, Department of Highways. Email: nikita24121990@mail.ru. Don State Technical University. Russia, 344000, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya st. 162.

**Neither, Guangsun.** Master student of Automobile Roads. Email: nikita24121990@mail.ru. Don State Technical University. Russia, 344000, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya st. 162.

**Pozdnyakov, Nikolay O.** Postgraduate student Email: notedcrwk@mail.ru. Don State Technical University. Russia, 344000, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya st. 162.

---

*Received in December 2018*

**Для цитирования:**

Углова Е.В., Ширяев Н.И., Ни Г., Поздняков Н.О. Сравнительный анализ эксплуатационных свойств щебеночно-мастичных и дренирующих асфальтобетонных смесей для слоев износа // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №1. С. 9–15. DOI: 10.12737/article\_5c5061fd688293.78594078

**For citation:**

Uglova E.V., Shiryaev N.I., Ni G., Pozdnyakov N.O. Comparative analysis of operational properties of stone mastic and draining asphalt-concrete mixtures for wear layer. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2019, no. 1, pp. 9–15. DOI: 10.12737/article\_5c5061fd688293.78594078