

УДК 625.855.3

Лупанов Андрей Павлович

доктор технических наук, профессор, генеральный директор

E-mail: abz4@abz4.ru

АО «АБЗ КАПОТНЯ»

Адрес организации: 109429, Россия, г. Москва, ул. Верхние Поля, д. 54

Суханов Алексей Сергеевич

кандидат технических наук, генеральный директор

E-mail: dorexpert@yandex.ru

ООО «Дорэксперт»

Адрес организации: 109429, Россия, г. Москва, ул. Верхние Поля, д. 54, стр. 1

Силкин Вячеслав Васильевич

кандидат технических наук, профессор

E-mail: vsilkin@mail.ru

Козиков Игорь Олегович

аспирант

E-mail: i-kozikov@mail.ru

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

Адрес организации: 125319, Россия, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64

Ильина Ольга Николаевна

кандидат технических наук, доцент

E-mail: ilina@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Исследование влияния асфальтового гранулята на свойства полимерасфальтобетона

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – определение свойств полимерасфальтобетона с использованием асфальтового гранулята в его составе.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в возможности обеспечения требуемых свойств полимерасфальтобетона за счет введения асфальтового гранулята в количестве до 30 % и в возможности повышения устойчивости к образованию пластических деформаций в асфальтобетонных покрытиях за счет увеличения сдвигоустойчивости и трещиностойкости полимерасфальтобетона.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в обеспечении качества производства полимерасфальтобетонных смесей на полимерно-битумных вяжущих при снижении их стоимости и при увеличении объемов производства для строительства и ремонта автомобильных дорог и городских улиц.

Ключевые слова: асфальтобетон, асфальтовый гранулят, битум, полимерно-битумное вяжущее (ПБВ), свойства полимерасфальтобетона, сдвигоустойчивость, трещиностойкость, экономическая эффективность.

Введение

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 30 мая 2017 г. № 658 в 2-3 раза увеличиваются межремонтные сроки службы дорог федерального значения. Выполнение этого постановления невозможно без существенного повышения качества битума, используемого для строительства и ремонта асфальтобетонных покрытий. Реальные межремонтные сроки службы асфальтобетонных покрытий в условиях интенсивного движения в России не превышают пяти лет [1]. Выполненные в СоюзДорНИИ исследования и опыт применения вяжущих в асфальтобетонных смесях показали, что одним из наиболее эффективных способов повышения качества асфальтобетонных смесей и повышения сроков службы асфальтобетонных покрытий является применение полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) вместо битума. К

настоящему времени накоплен большой опыт применения ПБВ подтверждающий преимущества их применения в России и за рубежом [1-5]. Эти преимущества включают:

- увеличение срока службы дорожных конструкций;
- повышение прочности, трещиностойкости, теплостойкости, сдвигоустойчивости, водо- и морозостойкости асфальтобетонных покрытий;
- более высокую устойчивость к колееобразованию;
- повышение устойчивости к старению;
- расширение температурных интервалов работоспособности асфальтобетонного покрытия при сезонных перепадах температуры.

В настоящее время в России требования к полимерасфальтобетонным смесям и полимерасфальтобетону с применением полимерно-битумного вяжущего установлены в ГОСТ 9128-2013, ГОСТ Р 58406.2-2020.

Применение асфальтобетонов на ПБВ непрерывно возрастает при устройстве верхних и нижних слоев покрытий автомобильных дорог, аэродромов, городских улиц и площадей. По данным ЕАРА (Европейской Ассоциации Асфальта) за 2018 год доля ПБВ от общего объема вяжущих по странам составила: Бельгия – 13,8 %, Германия – 24 %, Италия – 17,1 %, Франция 8,3 %. В США, Китае и Японии этот показатель превышает 15 %.

В США расходы на эксплуатацию автомобильных дорог за счет полимерных добавок снизились на 10-20 %. Отдельные страны, в частности Китай, сделали обязательным применение полимерно-битумного вяжущего при строительстве высокоскоростных дорог. Использование ПБВ в Канаде позволило увеличить количество дорог в хорошем состоянии с 43 до 85 %.

В России ПБВ составляет 5 % от общего объема выпускаемых вяжущих. Однако наметилась тенденция их более широкого применения.

В настоящее время для улучшения качества асфальтобетонных смесей в России и за рубежом широко используются различные модифицирующие добавки [6-10] такие как: термоэластолаты – ДСТ-30-01, ДСТ-30Р-01, Kraton CM1101, Calprene C-401, Calprene C-411, Luprene 501S и др; термопласты – Elvax, Evatan, Superplast, Viskoplast-S, РТЭП; дробленая резина – ООО «Унирем»-001, МКА «Эластен», РБВ-Г, Tec-Road, Sasca и др.

Наиболее широкое применение находят модификаторы типа СБС, однако использование этих полимеров сдерживается их относительно высокой стоимостью.

Применение ПБВ взамен битума приводит к увеличению себестоимости асфальтобетонных смесей на 15-20 %. Уменьшить себестоимость асфальтобетонных смесей можно за счет добавления в их состав оптимального количества асфальтового гранулята.

Экспериментальная часть по определению свойств полимерасфальтобетона с использованием асфальтового гранулята

В статье представлены результаты экспериментальных исследований, выполненных в России ООО «Дорэксперт» (г. Москва) на базе АО «АБЗ Капотня», по изучению влияния асфальтового гранулята на свойства асфальтобетонных смесей на ПБВ.

Задачей исследования было, предложить асфальтобетон, обладающий повышенной стойкостью к пластическим деформациям, в том числе для районов с жарким климатом. С этой целью проектировался состав на ПБВ-40, который обладает повышенными когезионными свойствами. Принимая во внимание высокую стоимость ПБВ-40, содержащего большое количество SBS-полимера, в качестве альтернативы был рассмотрен вариант с применением 30 % гранулята. Битум, содержащийся в грануляте, состарившийся и более вязкий. Благодаря этому он может быть эффективно использован в районах с жарким климатом, где важно свести к минимуму пластические деформации.

Объектом исследования для экспериментальной оценки влияния асфальтового гранулята ГОСТ Р 55052-2012 на свойства полимерасфальтобетона был выбран мелкозернистый асфальтобетон типа «Б» ГОСТ 9128-2013.

При проведении исследований были разработаны и рассмотрены три варианта состава асфальтобетонных смесей (тип Б).

Асфальтобетонная смесь, приготовленная по первому варианту № 1 (контрольный состав), полностью состояла из новых материалов (песок, щебень, минеральный порошок) и нового вяжущего (БНД 60/90).

В смеси, приготовленной по второму варианту № 2 наряду с новыми каменными материалами вместо битума, использовалось вяжущее ПБВ-40.

Асфальтобетонная смесь третьего состава № 3 была приготовлена на ПБВ-40 с добавлением 30 % асфальтового гранулята.

Для их приготовления использовались следующие материалы:

- щебень из габбродиабаз фракции 5-15 по ГОСТ 8267-93;
- песок природный по ГОСТ 8736-2014;
- минеральный порошок по ГОСТ Р 52129-2003;
- полимерно-битумное вяжущее ПБВ-40 по ГОСТ Р 52056-2003;
- битум нефтяной дорожный (БНД 60/90) по ГОСТ 22245-90;
- гранулят старого асфальтобетона по ГОСТ Р 55052-2012 и СТП 5718-001-04000633-2006, полученный в результате холодного фрезерования асфальтобетонных покрытий с его последующей переработкой на дробильно-сортировочном оборудовании компании Benninghoven.

Варианты составов асфальтобетонных смесей в % представлены на рис. 1.

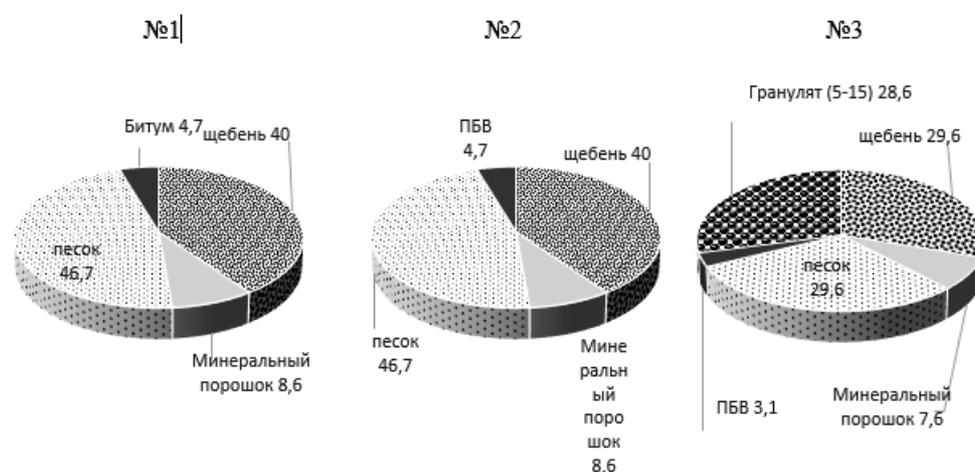


Рис. 1. Составы полимерасфальтобетонных смесей (Тип Б) (иллюстрация авторов)

В соответствии с СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» для повышения устойчивости к образованию колеи и трещин в асфальтобетонных покрытиях рекомендуется предъявлять повышенные требования к показателям сдвигоустойчивости и трещиностойкости полимерасфальтобетона.

По результатам экспериментальных исследований были построены графики основных показателей свойств экспериментальных асфальтобетонов: предел прочности при сжатии при 50 °С, водостойкость при длительном водонасыщении, сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения, сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге, предел прочности при сжатии при 0 °С, трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, для оценки их соответствия на графиках нанесены значения показателей нормативных требований к марке I (рис. 2).

Из представленных данных видно, что применение в качестве вяжущего ПБВ, особенно совместно с гранулятом, позволяет повысить стойкость к пластическим деформациям. Такие показатели, как предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения и сцеплению при сдвиге, в образцах на ПБВ с гранулятом получились существенно выше. При этом и низкотемпературные характеристики, такие как предел прочности при сжатии при 0 °С, предел прочности на растяжение при расколе 0 °С, благодаря ПБВ тоже оказались выше, чем при использовании битума. Это объясняется большим диапазоном рабочих температур у ПБВ по сравнению с битумом. Единственным недостатком полимерасфальтобетонов с гранулятом следует считать некоторое снижение показателя водостойкости при длительном водонасыщении. Однако этот показатель не выходит за пределы нормативных требований.

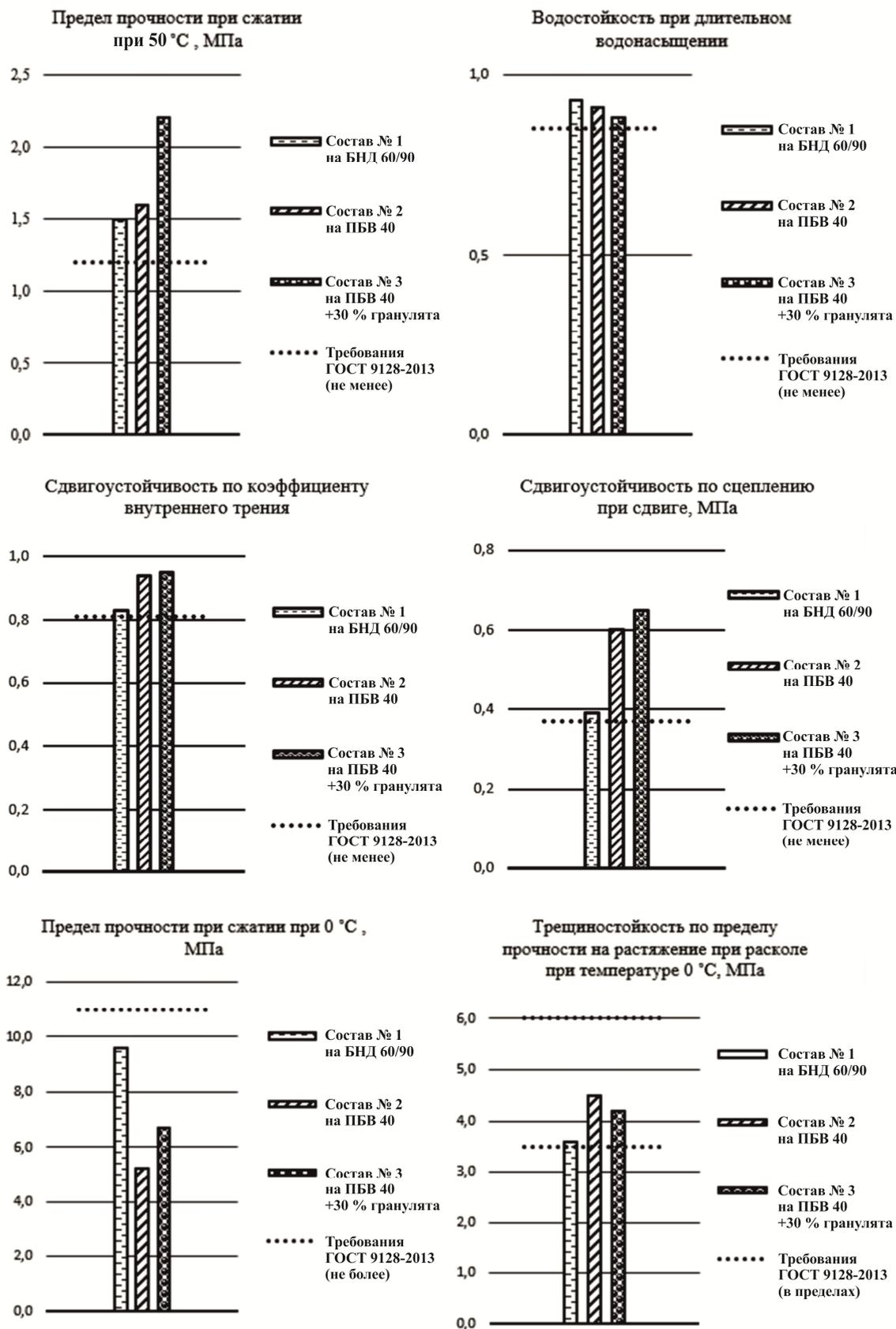


Рис. 2. Основные показатели свойств экспериментальных асфальтобетонов (иллюстрация авторов)

Определена себестоимость приготовления смесей по принятым ранее вариантам (рис. 1), по результатам выполненных расчетов установлено, что себестоимость

полимерасфальтобетонных смесей, приготовленных на ПБВ с добавлением 30 % измельченного асфальтового гранулята, ниже по сравнению со смесями на битуме БНД (битум нефтяной дорожный) 60/90 и ПБВ-40 (рис. 3).

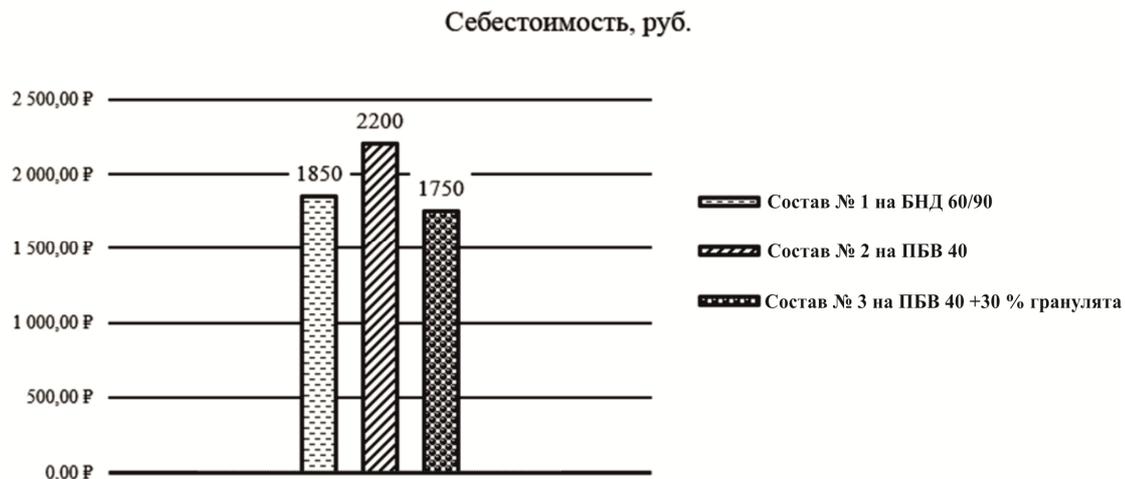


Рис. 3. Себестоимость приготовления асфальтобетонных смесей (иллюстрация авторов)

Заключение

1. Введение гранулята в состав асфальтобетонной смеси в количестве до 30 % позволит получить полимерасфальтобетон, отвечающий требованиям ГОСТ 9128-2013. Установлено положительное влияние асфальтового гранулята на показатели сдвигустойчивость и трещиностойкость полимерасфальтобетона.

2. Использование ПБВ совместно с гранулятом вместо битума БНД 60/90 повышает показатели предела прочности при сжатии при температурах 0 °С и 50 °С, водостойкости при длительном водонасыщении, сдвигустойчивости по коэффициенту внутреннего трения и по сцеплению при сдвиге, трещиностойкости по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, что определяет асфальтобетон, обладающий повышенной стойкостью к пластическим деформациям при колееобразовании.

3. Применение асфальтового гранулята в составе полимерасфальтобетона позволит обеспечить экономию ПБВ до 30 %, а также уменьшить себестоимость порядка 450 рублей за тонну асфальтобетонной смеси.

Список библиографических ссылок

1. Гохман Л. М. Применение качественного полимерно-битумного вяжущего для условий России // Дороги России. 2018. № 1. С. 39–55.
2. Сулейманов А. М., Каюмов Р. А., Мухамедова И. З. Об оценке долговечности пленочно-тканевого композитного материала с учетом влияния климатических факторов: сб. ст. 9-я Всероссийская научная конференция с международным участием. Механика композиционных материалов и конструкций, сложных и гетерогенных сред / ИПРИМ РАН. Москва, 2019. С. 98–103.
3. Ali Behnood, Mahsa Modiri-Gharehveran Morphology, rheology, and physical properties of polymer-modified asphalt binders // European Polymer Journal. 2019. № 112. P. 766–791.
4. Sabadra V. Use of Polymer Modified Bitumen in Road Construction // International Research Journal of Engineering and Technology. 2017. № 12. P. 799–801.
5. Peerzada M. A., Er. Sonu Ram, Peerzada Sh. A. Utilisation of modified bitumen in road construction // International Research Journal of Engineering and Technology. 2019. № 6. P. 2533–2542.
6. Горельшева Л. А. Теоретические асфальты систематизации добавок, улучшающих свойства битумного вяжущего и асфальтобетонной смеси // Дороги и Мосты. 2019. № 2 (42). С. 203–236.

7. Ястребова А. А. Полимернобитумные вяжущие: устойчивые перспективы // Инновации строительства. 2015. № 48. С. 68–71.
8. Евдокимова Н. Г. О направлениях использования добавок различной природы для модифицирования свойств битумов // Башкирский химический журнал. 2016. Т. 23. № 4. С. 49–62.
9. Никольский В. Г., Красоткина И. А., Дударева Т. В., Лобачев В. А., Дубина С. И. Резино-модифицированные вяжущие и асфальтобетон: структура и реология // Наука и техника в дорожной отрасли. 2018. № 4. С. 43–45.
10. Соломенцев А. Б. Классификация и номенклатура модифицирующих добавок для битумов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2008. № 1. С. 14–16.
11. Ильина О. Н., Ильин И. Б. Дорожные органоминеральные смеси на основе нефтяного шлама // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 8 (92). С. 115–126. DOI: 10.18720/МСЕ.92.10.

Lupanov Andrey Pavlovich

doctor of technical sciences, professor, general director

E-mail: abz4@abz4.ru

JSC «ABZ-4 Капотня»

The of organization address: 109429, Russia, Moscow, Verhnie polya st., 54

Sukhanov Aleksey Sergeevich

candidate of technical sciences, general director

E-mail: dorexpert@yandex.ru

LLC «Dorekspert»

The of organization address: 109429, Russia, Moscow, Verhnie polya st., 54, bld. 1

Silkin Vyacheslav Vasilyevich

candidate of technical sciences, professor

E-mail: vsilkin@mail.ru

Kozikov Igor Olegovich

post-graduate student

E-mail: i-kozikov@mail.ru

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University

The of organization address: 125319, Russia, Moscow, Leningardsky pr., 64

Ilina Olga Nikolaevna

candidate of technical sciences, associated professor

E-mail: ilina@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The of organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Investigation of the effect of asphalt granulate on the properties of polymer-concrete**Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to determine the properties of polymer-asphalt concrete using asphalt granulate in its composition.

Results. The main results of the study consist in the ability to provide the required properties of polymer-asphalt concrete by introducing asphalt granulate in an amount of up to 30 % and to increase the resistance to the formation of plastic deformations in asphalt concrete pavement by increasing the shear resistance and crack resistance of polymer-asphalt concrete.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry lies in ensuring the quality of the production of polymer-asphalt concrete mixtures at PBB while reducing their cost and increasing production volumes for the construction and repair of roads and city streets.

Keywords: asphalt, asphalt granulate, bitumen, bitumen-polymer binder, the properties polymerasphalt, shear resistance, crack resistance, economic efficiency.

References

1. Gokhman L. M. The use of high-quality polymer-bitumen binder for the conditions of Russia // *Dorogi Rossii*. 2018. № 1. P. 39–55.
2. Suleymanov A. M., Kayumov R. A., Mukhamedova I. Z. On the assessment of the durability of a film-fabric composite material, taking into account the influence of climatic factors: col. of art. 9th All-Russian Scientific Conference with International Participation. Mechanics of composite materials and constructs, complex and heterogeneous media / IPRIM RAN. Moskva, 2019. P. 98–103.
3. Ali Behnood, Mahsa Modiri-Gharehveran Morphology, rheology, and physical properties of polymer-modified asphalt binders // *European Polymer Journal*. 2019. № 112. P. 766–791.
4. Sabadra V. Use of Polymer Modified Bitumen in Road Construction // *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2017. № 12. P. 799–801.
5. Peerzada M. A., Er. Sonu Ram, Peerzada Sh. A. Utilisation of modified bitumen in road construction // *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2019. № 6. P. 2533–2542.
6. Gorelysheva L. A. Theoretical aspects of systematization of additives improving properties of bituminous binders and asphalt concrete mixture // *Dorogi i Mosty*. 2019. № 2 (42). P. 203–236.
7. Yastrebova A. A. Polimernobitumnyye vyazhushchiye: ustoychivyye perspektivy // *Innovatsii stroitel'stva*. 2015. № 48. P. 68–71.
8. Evdokimova N. G. On the directions of using additives of various nature to modify the properties of bitumen // *Bashkirskij himicheskij zhurnal*. 2016. T. 23. № 4. P. 49–62.
9. Nikol'skij V. G., Krasotkina I. A., Dudareva T. V., Lobachev V. A., Dubina S. I. Rubber-modified binders and asphalt: structure and rheology // *Nauka i tekhnika v dorozhnoj otrasli*. 2018. № 4. P. 43–45.
10. Solomencev A. B. Classification and nomenclature of modifying additives for bitumen // *Nauka i tekhnika v dorozhnoj otrasli*. 2008. № 1. P. 14–16.
11. Ilina O. N., Ilin I. B. Road organo-mineral mixtures based on oil sludge // *Magazine of Civil Engineering*. 2019. 92 (8). P. 115–126. DOI: 10.18720/MCE.92.10.