

Рубрика 2. НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Направление – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

<https://doi.org/10.17816/transsyst636208>

© В.А. Максимов^{1, 2}

¹ Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

² ФАУ «РОСДОРНИИ»
(Москва, Россия)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ «КОМПАКТ-АСФАЛЬТ»

Обоснование. Технология «компакт-асфальт» по сравнению с традиционной технологией позволяет получить покрытие значительно долговечнее обычного, сократить срок выполнения работ до 2-х раз, позволяет укладывать асфальтобетон при низких температурах без потери качества и т.д. В связи с тем, что, при действующих нормативных правовых документах в области строительства, возникают сложности в обосновании применения различных инновационных материалов и технологий при поступлении проектной документации, в орган, осуществляющий экспертизу такой проектной документации, данная тематика является весьма актуальной.

Цель. Провести анализ особенностей асфальтобетонных слоев, устроенных по технологии «компакт-асфальт». Одновременно с этим, выявить основные проблемы внедрения технологии «компакт-асфальт» в дорожную отрасль Российской Федерации.

Методы. Рассмотрены различные нормативные документы в части предъявляемых требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог, к асфальтобетонным смесям. Проанализированы статьи авторов по соответствующей тематике.

Результаты. На основе анализа результатов научно-технического обзора, а также опыта применения технологии за рубежом, сделан вывод о целесообразности применения данной технологии в Российской Федерации.

Ключевые слова: автомобильные дороги; асфальтобетонные слои; технология «компакт-асфальт».

Как цитировать:

Максимов В.А. Современное состояние вопроса о применении технологии «компакт-асфальт» // Инновационные транспортные системы и технологии. 2024. Т. 10. № 4. С. 477–488. doi: 10.17816/transsyst636208

Section 2. SCIENTIFIC AND PRACTICAL RESEARCH

Subject – Design and construction of roads, subways, airfields, bridges and transport tunnels

© V.A. Maksimov^{1, 2}

¹ Moscow Automobile and Highway State Technical University

² FAI “ROSDORNII”

(Moscow, Russia)

CURRENT STATE OF THE QUESTION ABOUT APPLICATION OF “COMPACT-ASPHALT” TECHNOLOGY

Background. Current regulatory documents in the construction field often make it difficult to justify the use of innovative materials and technologies when submitting project documentation for review to the body makes the topic highly relevant.

Aim. Conduct an analysis of the principles and features of the asphalt concrete layers constructed using the Compact Asphalt technology. At the same time, to identify the main problems of introducing the Compact Asphalt technology into the road industry of the Russian Federation.

Methods. Various regulatory documents are considered regarding the requirements for the operational condition of highways and asphalt concrete mixtures. The authors' articles on relevant topics were analyzed.

Results. Based on an analysis of the results of scientific and technical selection, as well as experience in applying the technology abroad, a conclusion was made about the feasibility of using this technology in the Russian Federation.

Keywords: highways; asphalt concrete layers; compact asphalt technology.

To cite this article:

Maksimov VA. Current state of the issue on the use of compact asphalt technology.

Modern Transportation Systems and Technologies. 2024;10(4):477–488.

doi: 10.17816/transsyst636208

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Российской Федерации реализуются многочисленные дорожно-строительные проекты, в том числе, широко известный национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги», который включает в себя федеральный проект «Дорожная сеть». Главной целью данного федерального проекта является доведение доли дорожной сети, находящейся в нормативном транспортно-эксплуатационном состоянии, до уровня не ниже 85%.

Большинство национальных проектов имеют временные ограничения. В связи с чем возникает потребность в продлении строительного сезона и ускорении темпов производства работ. Эффективное выполнение поставленных перед дорожной отраслью задач, неотъемлемо связано с высокой долей участия инновационных решений в таких проектах.

Одновременно с этим с учетом роста грузоперевозок и повышения автомобилизации населения, наблюдается ускоренный износ покрытия проезжей части автомобильных дорог. В первую очередь это приводит к появлению колеи истирания по полосам движения, а также к появлению «гребенок» в зонах торможения и разгона транспортных средств. При ухудшении ровности покрытия происходит зарождение новых разрушений, а также ускоренное развитие уже существующих дефектов, в связи с увеличением динамического воздействия нагрузки на покрытие дорожной одежды. Кроме того, вследствие возникновения колебаний от транспортного средства, проезжающего по неровному покрытию дорожной одежды, изменяется не только динамичность приложения нагрузки, но и время воздействия, а также удельное давление колеса на покрытие автомобильной дороги.

В связи с вышеизложенным, дорожно-строительной отрасли на постоянной основе приходится совершенствовать материалы и технологии, применяемые при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, ремонте и содержании автомобильных дорог. Вместе с тем в условиях ограниченного финансирования возникает необходимость в уменьшении материалоемкости конструкции дорожной одежды без потери ее прочностных характеристик.

Следует отметить, что несмотря на заявленную производителем оборудования возможность уменьшения толщины асфальтобетонных слоев и продление строительного сезона, технология «компакт-асфальт» не получила широкого применения на территории Российской Федерации.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СЛОЕВ УСТРОЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ «КОМПАКТ-АСФАЛЬТ»

С целью обеспечения безопасности всех участников дорожного движения, а также поддержания нормативного транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги в соответствии с требованиями ГОСТ 33220-2015 [1] верхние слои дорожной одежды должны «обновляться» каждые несколько лет по мере достижения величины износа в районе 25-40 мм.

Последнее позволяет сделать вывод об экономически неоправданном устройстве дорогостоящих верхних слоев асфальтобетонных покрытий толщиной более 4 см [2].

Одновременно с указанной проблемой, одной из причин возникновения дефектов дорожной одежды автомобильной дороги является слабое сцепление смежных слоев дорожной одежды. Монолитные слои, применяемые в конструкции дорожной одежды, с точки зрения восприятия динамической нагрузки от движения транспортных средств имеют особое значение. А при условии, что устойчивость покрытия проезжей части из асфальтобетонных к возникновению деформаций в значительной степени зависит от многих факторов, в частности от качества уплотнения, гранулометрической и температурной однородности, особо важно повышать качество работ при их устройстве.

Вместе с тем в условиях недостаточного финансирования, а также в связи с быстрым ростом цен на дорожно-строительные материалы, становится все более актуальным вопрос экономии разных видов строительных ресурсов. Кроме того, по экономическим соображениям, исходя из климатических особенностей, на территории Российской Федерации возникает необходимость продления строительного сезона. Так как значительная часть нашей страны находится в неблагоприятных погодных условиях для дорожного строительства, необходимо применение технологий или материалов, позволяющих продлевать строительный сезон.

К примеру, в Германии технология «компакт-асфальт» признана на государственном уровне, как стандартный метод укладки дорожных покрытий, и включена в официальный сборник технических условий ZTV Asphalt-StB 2007.

Технология устройства комбинированного покрытия проезжей части посредством одновременной укладки двух слоев асфальтобетонной смеси различного типа за один проход асфальтоукладчика «компакт-асфальт»

была запатентована в 1993 г. профессором Технического института г. Эрфут в Германии Эльком Рихтером. Впоследствии права на технологию были переданы дочерней компании шведского машиностроительного концерна Atlas Copco – производителю дорожно-строительной техники Дунарас [3].

Исходя из этого, предприятия, которые приобрели необходимую технику компании Дунарас, получили и право на применение технологии «компакт–асфальт» при строительстве автомобильных дорог. По заявлениям производителя, к преимуществам данной технологии укладки асфальтобетонных слоев методом «компакт–асфальт», применительно к условиям Российской Федерации, относятся:

- организационный фактор (возможность продления строительного сезона);
- фактор качества работ (достижение стабильного требуемого уплотнения);
- фактор эксплуатационной надежности (повышенное сцепление между устраиваемыми слоями);
- фактор экономической выгоды (снижение затрат на материалы, за счет уменьшения толщины дорожного покрытия).

Наибольшую известность технология «компакт–асфальт» приобрела в таких западных странах, как Дания, Швеция и Германия, в последней она получила признание на государственном уровне в качестве стандартного метода устройства конструкции дорожного покрытия и включена в официальный сборник технических указаний [4].

Несмотря на то, что данная технология в странах запада известна с 1993 г., на территории Российской Федерации её применение при строительстве и ремонте автомобильных дорог встречается крайне редко. Ключевой особенностью проведения работ методом «компакт–асфальт» с устройством монолитных слоев конструкции дорожной одежды является «втапливание» одного слоя из асфальтобетонной смеси в другой.

На базе лаборатории ФАУ «Росдорнии» в 2015 г. к.т.н Л.А. Горельшевой и инженером И.С. Сахаровым проведены лабораторные исследования асфальтобетонного комбинированного дорожного покрытия по принципу «горячее по горячему» [5]. Для исследования были изготовлены образцы 2 видов: по технологии «горячее по горячему» с предуплотнением нижнего слоя с нагрузкой 0,5 от нормативной и по технологии устройства методом «компакт–асфальт». Данные образцы оценивались по средней

плотности, водонасыщению по объему, трещиностойкости, пределу прочности при 50°C и сдвигоустойчивости. Результаты лабораторных исследований представлены в Табл.

Анализ, полученных в исследовании данных, показал, что образец, отформованный комбинированным методом, имеет водонасыщение меньше, чем образец с последовательной формовкой. Показатели трещиностойкости и предела прочности при 50°C у обоих образцов приблизительно одинаковые, однако при визуальном осмотре испытанных образцов имеются отличия. У образца, устроенного последовательной формовкой, после определения предела прочности при 50°C, наибольшее разрушение наблюдалось в нижнем слое, в то время как у второго – по всему объему.

Таблица. Результаты лабораторных испытаний образцов асфальтобетона, ЩМА-10, устроенных по технологии «горячее по горячему» и методом «компакт-асфальт»

Table. Results of laboratory tests of asphalt concrete samples, macadam and mastic asphalt concrete-10, constructed using the “hot-on-hot” technology and the “compact-asphalt” method

Тип асфальто-бетонной смеси	Средняя плотность, г/см ³	Водонасыщение по объему, %	Трещиностойкость	Предел прочности при 50°C, МПа	Сдвигоустойчивость	
					Коэффициент внутреннего трения	Сцепление при сдвиге
ЩМА-10	2,47	1,05	3,2	1,2	0,96	0,31
Тип Б1	2,46	3,15	3,7	1,5	0,93	0,42
Образец №1	2,47	2,18	3,08	0,59	0,80	0,43
Образец №2	2,47	1,74	3,01	0,67	0,90	0,35
ГОСТ 9128	–	1,5–4,0	3,5–6,0	не менее 1,2	не менее 0,81	не менее 0,31
Гост 31015	–	1,0–4,0	2,5–6,0	не менее 0,65	не менее 0,93	не менее 0,18

Испытания по сдвигоустойчивости показали, что образцы, выполненные по технологии укладки методом «компакт-асфальт», имеют достаточно высокое значение коэффициента внутреннего трения, но низкое значение показателя сцепления. Таким образом, Л.А. Горелышева и И.С. Сахаров пришли к выводу, что образцы

из двухслойного асфальтобетонного покрытия, изготовленные способом «Компакт-асфальт», представляют собой единый монолит из различных типов асфальтобетонных смесей, и работающих, как один слой.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «КОМПАКТ-АСФАЛЬТ» В ДОРОЖНУЮ ОТРАСЛЬ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Несмотря на заявленные производителем преимущества технологии укладки асфальтобетонных слоев методом «компакт-асфальт», широкого применения на территории Российской Федерации она не получила по следующему ряду причин:

1. Большие габариты и громоздкость асфальтоукладочного комплекса. Для непосредственной укладки дорожного покрытия по технологии «компакт-асфальт» необходимо использование мобильного перегружателя (MF300C) и асфальтоукладочного комплекса (асфальтоукладчик DF145CS и модуль CM2500). Комбинированный мобильный перегружатель имеет собственный приемный бункер для попеременного приема и передачи смеси для нижнего и верхнего слоя покрытия. Конструкция данного бункера обеспечивает его полную очистку от смеси.

Асфальтоукладочный комплекс состоит из специального укладчика, имеющего два бункера для асфальтобетонной смеси и две выравнивающие плиты. Первая плита укладывает и уплотняет выравнивающий слой, вторая плита укладывает верхний слой сразу поверх выравнивающего слоя.

Суммарная длина используемой техники составляет порядка 32 метра, что допустимо для использования при строительстве автомобильных дорог, а также при реконструкции, капитальном ремонте и ремонте многополосных автомобильных дорог, где возможно обеспечить перекрытие не менее двух полос движения. Асфальтоукладочный комплекс представлен на рис.

2. Высокая стоимость оборудования. Возможность выгрузки смеси с помощью самосвала исключена, так как из-за большой высоты приемных бункеров асфальтоукладочного комплекса требуется мобильный перегружатель [6]. Ориентировочная стоимость асфальтоукладочного комплекса и мобильного перегружателя будет составлять порядка 500000 €.

Однако, сокращение толщины конструкции дорожной одежды и сроков производства работ при устройстве двух асфальтобетонных



Рис. Укладка асфальтобетонов с применением технологии «компакт-асфальт»

Fig. Laying asphalt concrete using compact asphalt technology

слоев за один проход асфальтоукладочным комплексом позволяет компенсировать высокую стоимость строительного оборудования.

3. Точная увязка транспортировки асфальтобетонной смеси автомобилями-самосвалами к месту производства работ. За счет одновременной укладки сразу двух асфальтобетонных слоев требуется одновременная транспортировка двух видов смеси к месту производства работ.

4. Малый объем данных лабораторных исследований. На этапе согласования проектной документации в главгосэкспертизе проектные организации часто сталкиваются с проблемой обоснования применения данной технологии. Отсутствуют опытные участки, нет практического подтверждения расчетов, скудный объем данных лабораторных исследований не позволяет в полной мере оценить и обосновать технико-экономическую эффективность применения технологии «компакт-асфальт».

Способствовать решению данных проблем можно за счет налаживания отечественного производства оборудования.

Следует также отметить, что в связи с отсутствием богатого опыта встает вопрос об организации приемочного контроля уложенных «пакетом» слоев дорожной одежды. Ввиду того, что в процессе уплотнения сразу двух асфальтобетонных слоев, верхний слой как бы «втапливается» в нижний слой, что при отборе кернов создаст проблему определения

фактической толщины каждого слоя отдельно. Определение гранулометрического состава, водонасыщения и прочности на сжатие и изгиб будет возможно только для общего керна. Поэтому, необходимо создание нормативно-технических документов, регламентирующих строительство и эксплуатацию автомобильных дорог, в части применения технологии «компакт-асфальт», в целях упрощения механизма согласования проектов, предусматривающих применение данной технологии.

ВЫВОДЫ

1. Технология «компакт-асфальт» позволяет достигнуть стабильного требуемого уплотнения, получить повышенное сцепление между слоями, сократить срок выполнения работ до 2-х раз, укладывать асфальт при низких температурах без потери качества и т.д. Данные достоинства технологии позволяют начать ее активное внедрение в Российской Федерации.
2. Недостаточный объем лабораторных исследований и отсутствие нормативно правовых документов осложняет возможность применения технологии устройства монолитных слоев дорожной одежды в нашей стране. Необходимо проведение сбора и анализа лабораторных исследований, строительство опытных участков, а также формирование нормативной и научно-технической базы для анализа технического эффекта и возможности применения данной технологии.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета Андрей Николаевич Кудрявцев рекомендует данную статью к публикации.

Автор заявляет, что настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

The authors state that this article does not contain any studies involving human subjects.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 33220-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию. М.: Стандартинформ, 2016. Дата обращения:

- 10.09.2024. Режим доступа: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/6435/GOST33220-2015.pdf>
2. Войкина, А.С. Устройство асфальтобетонного покрытия с применением технологии компакт-асфальт // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России. 2018. № 5. С. 28–30. EDN: WKFEMR
 3. Штарк А.И., Вахьянов Е.М. Возможность применения технологии компакт-асфальт в российских условиях. В кн.: X Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ», Кузбасский ГТУ им. Т.Ф. Горбачева, 2018. EDN: XVGACL
 4. Компакт-асфальт на дорогах России Дата обращения: 10.09.2024. Режим доступа: <https://www.wirtgengroup.com/ru-ru/products/voegele/technologies/inline-pave/>
 5. Сахаров И.С., Горельшева Л.А. Лабораторное исследование асфальтобетонного комбинированного дорожного покрытия по принципу «горячее по горячему» // Дороги и мосты. 2015. №1(33). С. 279-284. EDN: UYBLNF
 6. Dynapac Part of the Atlas Copco Group – Компакт-асфальт – новый стандарт укладки асфальта Дата обращения: 10.09.2024. Режим доступа: http://псмт.рф/spectehnika/asfaltoukladchiki/kompaktasfalt/asfaltoukladchik_dynapac_kompakt-asfalt_CM3000/Compactasphalt_web.pdf
 7. ГОСТ Р 58401.16-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Методы определения максимальной плотности. М.: Стандартинформ, 2019. Дата обращения: 10.09.2024. Режим доступа: https://euro-test.ru/Pub.Lib/Normativ_docs/GOSTR58401.16-19.pdf
 8. ГОСТ Р 58401.10-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Методы определения объемной плотности. М.: Стандартинформ, 2019. Дата обращения: 10.09.2024. Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293729/4293729540.htm>
 9. ГОСТ Р 58401.8-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения содержания воздушных пустот. М.: Стандартинформ, 2019. Дата обращения: 10.09.2024. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293729/4293729542.htm>
 10. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. М.: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС). Дата обращения: 10.09.2024. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/436/43662.pdf>
 11. ГОСТ Р 58406.6-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения предела прочности на растяжение при изгибе и предельной относительной деформации растяжения». М.: Стандартинформ, 2020. Дата обращения: 10.09.2024. Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293721/4293721372.htm>
 12. ГОСТ Р 58406.4-2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Приготовление образцов плит вальцовым уплотнителем». М.: Стандартинформ, 2020. Дата обращения:

- 10.09.2024. Режим доступа: https://euro-test.ru/Pub.Lib/Normativ_docs/GOSTR58406.4-20.pdf
13. Войкина А.С., Вайнштейн В.М. Способы устройства асфальтобетонного покрытия методом «горячее по горячему» или «компакт-асфальт». В кн.: Россия и мир: национальная безопасность, вызовы и ответы в 2 частях; под общ. ред. В.П. Шалаева. ПГТУ, 2018. Т. 2. С. 180–183. EDN: XRAYHRf
14. Веретенцев А.А. Способы устройства асфальтобетонного покрытия методом «горячее по горячему» // Научному прогрессу – творчество молодых. 2018. № 4. С. 126-128. EDN: YLWZQD
15. Ищенко М.А., Перепелица П.В., Турдаков С.В. Технология асфальтирования «компакт-асфальт». В кн.: Наука и образование в социокультурном пространстве современного общества: сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции, КубГТУ, 2019. С. 51–53. EDN: MFHMKV

REFERENCES

1. GOST 33220-2015 Public roads. Operational requirements. Moscow: Standardinform, 2016. (In Russ.) Accessed: 10.09.2024. Available from: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/6435/GOST33220-2015.pdf>
2. Voykin AS. Construction of asphalt concrete pavement using compact asphalt technology. *Engineering personnel – the future of the innovative economy of Russia*. 2018;5:28-30. (In Russ.) EDN: WKFEMR
3. Shtark AI, Vakhyanov EM. Possibility of using compact asphalt technology in Russian conditions. In: *X All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists "YOUNG RUSSIA"*. Kuzbass State Technical University named after. T.F. Gorbachev; 2018. (In Russ.) EDN: XVGACL
4. Compact asphalt on Russian roads Accessed: 10.09.2024. Available from: <https://www.wirtgengroup.com/ru-ru/products/voegele/technologies/inline-pave/>
5. Sakharov IS, Gorelysheva LA. Laboratory study of asphalt concrete combined road surface using the “hot on hot” principle. *Roads and bridges*. 2015;1(33):279–284. (In Russ.) EDN: UYBLNF
6. Dynapac Part of the Atlas Copco Group – Compact asphalt – a new standard for asphalt laying. (In Russ.) Accessed: 10.09.2024. Available from: http://psmt.rf/spectehnika/asfaltoukladchiki/kompaktasfalt/asfaltoukladchik_dynapac_kompakt-asfalt_CM3000/Compactasphalt_web.pdf
7. GOST R 58401.16-2019 Public automobile roads. Mixtures of asphalt concrete road and asphalt concrete. Methods for determining maximum density. M.: Standartinform, 2019. (In Russ.) Accessed: 10.09.2024. Available from: https://euro-test.ru/Pub.Lib/Normativ_docs/GOSTR58401.16-19.pdf
8. GOST R 58401.10-2019 Public automobile roads. Mixtures of asphalt concrete road and asphalt concrete. Methods for determining bulk density. M.: Standartinform, 2019. Accessed: 10.09.2024. Available from: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293729/4293729540.htm>

9. GOST R 58401.8-2019 Public automobile roads. Mixtures of asphalt concrete road and asphalt concrete. Method for determining the content of air voids. M.: Standartinform, 2019. (In Russ.) Accessed: 10.09.2024. Available from: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293729/4293729542.htm>
10. GOST 12801-98 Materials based on organic binders for road and airfield construction. Test methods. M.: Interstate Scientific and Technical Commission for Standardization, Technical Regulation and Certification in Construction (INTKS). (In Russ.) Accessed: 10.09.2024. Available from: <https://files.stroyinf.ru/Data/436/43662.pdf>
11. GOST R 58406.6-2020 Public automobile roads. Mixtures of asphalt concrete road and asphalt concrete. Method for determining the tensile strength in bending and the maximum relative tensile strain.” M.: Standartinform, 2020. (In Russ.) Accessed: 10.09.2024. Available from: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293721/4293721372.htm>
12. GOST R 58406.4-2020 “Public roads. Mixtures of asphalt concrete road and asphalt concrete. Preparation of sample slabs using a roller compactor.” M.: Standartinform, 2020. (In Russ.) Accessed: 10.09.2024. Available from: https://euro-test.ru/Pub.Lib/Normativ_docs/GOSTR58406.4-20.pdf
13. Voikina AS, Vainshtein VM. Methods for constructing asphalt concrete pavement using the «hot-on-hot» or “compact asphalt” method. In: *Russia and the world: national security, challenges and answers in 2 parts; under general ed. V.P. Shalaeva*. Perm State Technical University; 2018;2:180–183. (In Russ.) EDN: XRAYHR
14. Veretentsev AA. Methods for constructing asphalt concrete pavement using the «hot on hot» method. *Scientific progress – the creativity of the young*. 2018;4:126–128. (In Russ.) EDN: YLWZQD
15. Ishchenko MA, Perepelitsa PV, Turdakov SV. Technology of asphalt paving «compact-asphalt». In: *Science and education in the sociocultural space of modern society: collection of scientific papers based on the materials of the III International Scientific and Practical Conference*. Kuban State Technical University; 2019:51–53. (In Russ.) EDN: MFHMKV

Сведения об авторах:

Максимов Вадим Александрович, ¹ аспирант;

² Главный специалист, ФАУ «РОСДОРНИИ»;

eLibrary SPIN: 3498-3242; ORCID: 0009-0000-1881-6639;

E-mail: Maksimov.Vadim.007@ya.ru

Information about the author:

Vadim A. Maksimov, ¹ postgraduate student; ² Chief specialist, FAI “ROSDORNII”;

eLibrary SPIN: 3498-3242; ORCID: 0009-0000-1881-6639;

E-mail: Maksimov.Vadim.007@ya.ru