

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-3>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/104TVN316.pdf>

Статья опубликована 28.06.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Андронов С.Ю., Васильев Ю.Э., Тимохин Д.К., Репин А.М., Репина О.В., Талалай В.В. Производство и применение сероасфальтобетонных композиционных покрытий на автомобильных дорогах и мостах // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/104TVN316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 625.7/8

Андронов Сергей Юрьевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов
Доцент кафедры «Транспортное строительство»
Кандидат технических наук
E-mail: atomic08@yandex.ru

Васильев Юрий Эммануилович

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
Россия, Москва¹
Доктор технических наук, профессор
E-mail: vashome@yandex.ru

Тимохин Денис Константинович

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: voiced@list.ru

Репин Александр Михайлович

ООО «ПАРИТЕТ-КОНТРОЛЬ», Россия, Москва
Инженер по качеству
E-mail: am.repin@yandex.ru

Репина Оксана Владимировна

ООО ФСК «Мостоотряд-47», Россия, Москва
Инженер ПТО
E-mail: oks-bunina@yandex.ru

Талалай Виктор Вячеславович

ООО «ПАРИТЕТ-КОНТРОЛЬ», Россия, Москва
Инженер ПТО
E-mail: talalay@bk.ru

**Производство и применение сероасфальтобетонных
композиционных покрытий на автомобильных
дорогах и мостах**

¹ 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64, комната 133

Аннотация. Проведенные испытания литого сероасфальтобетонного дорожного покрытия показывают, что после двух лет эксплуатации дорожного покрытия из литого сероасфальтобетона на участках дорог к различной интенсивностью движения свойства литого сероасфальтобетона не изменились и соответствовали свойствам литого сероасфальтобетона в процессе устройства дорожного покрытия на основании чего можно сделать вывод, что литой сероасфальтобетон устойчив к воздействиям механических нагрузок и погодно-климатическим условиям. В сероасфальтобетоне сера выполняет роль связки между битумом и щебнем, обладает высокими адгезионными свойствами с положительно и отрицательно заряженными микрочастицами поверхности зерна щебня, за счет чего увеличиваются адгезионные свойства между битумом и щебнем. Сцепления проходят по всей геометрии скола, а не по частицам одного заряда. Поэтому новые композиты не требуют использования поверхностно-активных веществ.

Ключевые слова: бетон; сера; серобетон; производство; контроль; качество; модификация; полимербетон; сырье; отход; экология; испытания; трещина дорожное покрытие; асфальтобетон; колея; износ; методы испытаний; лабораторные испытания; испытательные комплексы; нагрузка; скорость движения

Введение

Как показывает практика, в РФ асфальтобетонные покрытия деформируются и разрушаются раньше положенного и гарантийного срока и, как правило, требуют ремонта после первых лет эксплуатации. К причинам преждевременных разрушений и деформаций относятся: высокая интенсивность движения, увеличение осевых нагрузок, нарушение технологии и производства строительства, а также низкое качество используемых материалов.

Одним из решений проблем продления срока службы дорожных покрытий связано с задачей получения материала, надежно работающего в условиях перемены от положительной к отрицательной температур и, наоборот, под воздействием интенсивного автомобильного движения [1-5].

Асфальтобетон - это композитный материал, состоящий из щебня, песка, минерального порошка и вяжущего материала. В качестве вяжущего применяют битумы разной вязкости и битумные мастики.

Рассмотрим преимущества и недостатки асфальтобетона.

Преимущества:

- прочность;
- водонепроницаемость;
- бесшумность;
- отработанная временем технология строительства и ремонта;
- оснащенность организаций необходимой техникой;
- относительно невысокая стоимость.

Недостатки:

- низкая стойкость к пластическим деформациям при повышенных температурах;
- низкая стойкость к образованию трещин при пониженных температурах;

- подверженность старению, повлекшее за собой изменение физико-механических свойств и повышению хрупкости материала.

В эпоху появления более высоких осевых нагрузок и высокого прироста интенсивности движения современные дорожные покрытия должны обеспечивать повышенную сдвигоустойчивость при высоких летних температурах, трещиностойкость при пониженных температурах, характеризоваться высокой коррозионной стойкостью под влиянием противогололедных материалов (химических реагентов).

При этом должную роль в оценке долговечности дорожных покрытий отводят к износостойкости, способности материала противостоять воздействию со стороны интенсивного движения транспортного потока при повышенных скоростях, а также воздействия шипованной резины и других различных факторов.

Повышение функциональной надежности асфальтобетонных покрытий в настоящее время в РФ и за рубежом связывают с применением различных модифицирующих добавок, которые способствуют повысить транспортно-эксплуатационные свойства дорожных покрытий. К подобным модификаторам относят: полимерные термоэластопласты, резиновая крошка и другие.

Механическое обеспечение функциональных технологических параметров может не дать требуемых потребительских свойств.

Обоснование применения модифицированной серы

Поэтому рассматриваются дуальность серы как сополимерного вяжущего и как упрочняющего компонента, создающего эффект «каменного цветка» [6-8].

В сероасфальтобетоне сера выполняет роль связки между битумом и щебнем, обладает высокими адгезионными свойствами с положительно и отрицательно заряженными микрочастицами поверхности зерна щебня, за счет чего увеличиваются адгезионные свойства между битумом и щебнем. Сцепления проходят по всей геометрии скола, а не по частицам одного заряда. Поэтому новые композиты не требуют использования поверхностно-активных веществ (ПАВ, высокая приживаемость к каменному материалу).

На основании проведенных исследований, наработок опытных партий литой сероасфальтобетонной смеси на технологическом оборудовании асфальтобетонных заводов и опытных укладок были выявлены необходимые изменения и дополнения для внесения в Технические условия 5718-02-53737504-01.

Учитывая полученные данные в процессе наработок партий литого сероасфальтобетона на оборудовании асфальтобетонных заводов, его свойств и специфику работы с серой, в изменение ТУ 5718-002-53737504-01, совместно со специализированными организациями разработаны, утверждены и введены в действие с 01.11.2003 г. ТУ 5718-001-53737504-03 Смеси сероасфальтобетонные литые и литой сероасфальтобетон.

Примеры практической реализации

Опытные укладки были проведены в Восточном административном округе г. Москвы (район Косино-Ухтомское и к-т «Янтарь»), Северо-восточном административном округе г. Москвы (район ВВЦ), на Опытно-экспериментальной базе 000 «ВНИИГАЗ», на Крылатском мосту (капитальный ремонт), трасса Москва-Минск, Бауманская улица г. Москвы (устройство трамвайных путей).

Фотография участка дорожного покрытия из сероасфальтобетона на МКАД приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Участки дорожного покрытия из сероасфальтобетона на МКАД (фото авторов)

Испытания сероасфальтобетона

Проведенные испытания литого сероасфальтобетонного дорожного покрытия показывают, что после двух лет эксплуатации дорожного покрытия из литого сероасфальтобетона на участках дорог к различной интенсивностью движения свойства литого сероасфальтобетона не изменились и соответствовали свойствам литого сероасфальтобетона в процессе устройства дорожного покрытия (таблица 1) на основании чего можно сделать вывод, что литой сероасфальтобетон устойчив к воздействиям механических нагрузок и погодно климатическим условиям.

Окончательное заключение по устойчивости литого сероасфальтобетона к механическим нагрузкам и его долговечности можно будет сделать после изучения поведения литого сероасфальтобетона под воздействием нагрузок и природно-климатических условий, а также испытания вырубок из дорожного покрытия, прошедших эксплуатацию в течение 10 лет.

Таблица 1

Сравнительные характеристики литого сероасфальтобетона при устройстве дорожного покрытия и прошедшего эксплуатацию от одного до двух лет на действующих магистралях города

Показатели	Объекты из которых отобраны керны				
	ВАО, гл. вход ВВЦ	ВАО, р-н Косино	ВАО, к-т «Янтарь»	ЮЗАО, ОЭБ ВНИИГАЗ	Крылатский мост, г. Москва
Свойства литой сероасфальтобетонной смеси при укладке в дорожное покрытие					
Средняя плотность смеси, г/см ³	2,32	2,38	2,049	2,368	2,443
Водонасыщение, %	0,27	0,28	0,34	0,19	0,18
Предел прочности при сдвиге, МПа	0,89	0,91	0,67	0,94	0,95

Показатели	Объекты из которых отобраны керны				
	ВАО, гл. вход ВВЦ	ВАО, р-н Косино	ВАО, к-т «Янтарь»	ЮЗАО, ОЭБ ВНИИГАЗ	Крылатский мост, г. Москва
Предел прочности при расколе, МПа, при 0°С	3,7	3,8	3,1	3,8	3,95
Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа, при 50°С 20°С	1,16	1,35	1,0	1,56	1,67
	2,0	2,1	1,9	2,28	2,2
Водостойкость	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99
Длительная водостойкость	0,96	0,96	0,95	0,96	0,97
Свойства литого сероасфальтобетона, прошедшего эксплуатацию на участках дорог г. Москвы					
Средняя плотность смеси, г/см ³	2,32	2,38	2,048	2,368	2,44
Водонасыщение, %	0,29	0,28	0,35	0,19	0,2
Предел прочности при сжатии, МПа, при 50°С 20°С	3,1	3,3	2,9	3,5	3,75
	4,0	4,15	3,5	4,2	4,3
Предел прочности при сдвиге, МПа	0,89	0,91	0,67	0,94	0,95
Предел прочности при расколе, МПа, при 0°С	3,7	3,8	3,1	3,8	3,95
Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа, при 50°С 20°С	1,15	1,3	1,0	1,55	1,6
	2,0	2,1	1,9	2,28	2,2
Водостойкость	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98
Длительная водостойкость	0,968	0,967	0,95	0,968	0,97

Расчет состава минеральной части литой сероасфальтобетонной смеси проводился путем определения такого соотношения масс щебня, песка и минерального порошка, при котором зерновой состав смеси этих материалов удовлетворяет требованиям ТУ 5718-001-53737504-03.

Для удобства проведения расчетов пользовались непрерывными кривыми предельных значений зерновых составов, построенными в соответствии с требованиями ТУ 5718-001-53737504-03 по методике ФАУ «РОСДОРНИИ».

В результате подбора зернового состава установили процентное соотношение по массе между минеральными составляющими литой сероасфальтобетонной смеси. Содержание вяжущего для литого сероасфальтобетона выбирали предварительно.

Количество битума и серы должно корректироваться в процессе производства. Состав литой сероасфальтобетонной смеси представлен в таблице 2.

Таблица 2

Состав минеральных составляющих литого сероасфальтобетона

Состав, %					
Щебень	Отсев	Песок	Битум	Сера	Минеральный порошок
47,0	0,0	36,0	6,5	4,5	24,0

Подобранный состав литой сероасфальтобетонной смеси приготавливали в лабораторных условиях МАДИ и на ООО «ВНИИГАЗ».

При приготовлении смесей в лаборатории по горячей технологии сначала минеральные материалы (щебень, песок, минеральный порошок) предварительно высушивали, а битум обезвоживали.

Смесь литого сероасфальтобетона готовилась в специальном лабораторном смесителе.

Минеральные материалы в количествах, заданных по составу, отвешивали в емкость, нагревали, периодически помешивая, до температуры 160-170°C и добавляли требуемое количество ненагретого минерального порошка, серы и нагретого в отдельной емкости вяжущего.

Смеси минеральных материалов с органическим вяжущим окончательно перемешивали в лабораторном смесителе до полного и равномерного объединения всех компонентов. Перемешивание считалось законченным, если все минеральные зерна были равномерно покрыты вяжущим и в готовой смеси не было его отдельных сгустков.

В процессе приготовления смеси литого сероасфальтобетона в лабораторных условиях было отмечено, что при работе с литым сероасфальтобетоном необходимо строгое соблюдение температурного режима нагрева вяжущего и минеральных компонентов смеси, т.к. при превышении допустимой температуры или при возникновении локальных перегревов происходит образование летучих сернистых соединений (выделение сероводорода), нарушающих нормы санитарной и противопожарной безопасности работ.

После приготовления смеси проводили исследования по установлению эффективных технологических режимов и параметров процесса формования изделий из литого сероасфальтобетона.

Изучение закономерностей структурообразования и управления структурно-реологическими свойствами литой сероасфальтобетонной смеси, понимание закономерностей процессов, протекающих на разных технологических стадиях, необходимо при разработке промышленной технологии.

Выводы

Организовано производство модифицированной серы (как вяжущего со свойствами наноматериала), основанное на кавитационной технологии.

На протяжении последних двадцати лет сформирована теоретическая база (описание процесса, аппаратное оформление, результаты исследований, подтверждающие эффект воздействия, который позволяет сократить время ведения процесса и получить качественный материал). Проведено патентное исследование на различные способы получения серных композитов (например, цемента) и использование различных модификаторов. Изучены процессы и свойства серы как сополимера, подробно разобрано обеспечение ее живучести как технологической характеристики.

Авторами сформировано научное направление «Композитные дорожные материалы на основе модифицированной серы с управляемыми свойствами»: обеспечение управляемой однородности; управление рецептурами, обеспечение требуемых системных и функциональных свойств; обеспечение функции стабилизации смесей [6].

Заявляется новая концепция проектирования рецептур не по свойствам, а по состояниям.

Для обеспечения управления показателями однородности производимых композиционных материалов на основе серы ее необходимо модифицировать, что обеспечивает управление поведением и обеспечение требуемых системных свойств, адаптировать их к реальным климатическим и эксплуатационным условиям.

Заключение, рекомендации

Сформировано научное направление «Композитные дорожные материалы на основе модифицированной серы с управляемыми свойствами».

Разработана технология производства дорожно-строительных материалов и устройства дорожных и мостовых конструкций с их применением.

Проведено широкомасштабное применение композитных дорожных наноматериалов на основе модифицированной серы на дорожно-мостовых объектах г. Москвы [9-11].

Разработанная запатентованная технология предлагается к расширенному использованию.

Авторы выражают благодарность к.т.н. Н.В. Мотину за консультации, полученные при подготовке настоящей статьи [9-10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистические методы организации контроля качества при производстве дорожно-строительных материалов / Кочетков А.В., Васильев Ю.Э., Каменев В.В., Шляфер В.Л. // Качество. Инновации. Образование. 2011. №5 (72). С. 46-51.
2. Проектирование структуры информационного обеспечения системы менеджмента качества дорожного хозяйства / Кочетков А.В., Гладков В.Ю., Немчинов Д.М. // Интернет-журнал Науковедение. 2013. №3 (16). С. 72.
3. Применение геоимплантатных конструкций для создания экопаркингов / Янковский Л.В., Кочетков А.В. // Экология и промышленность России. 2011. №5. С. 32-34.
4. Организационно-экономический механизм инновационной деятельности дорожного хозяйства / Аржанухина С.П., Сухов А.А., Кочетков А.В., Янковский Л.В. // Инновационный Вестник Регион. 2012. №4. С. 40-45.
5. Перспективы развития инновационной деятельности в дорожном хозяйстве / Кочетков А.В., Янковский Л.В. // Инновационный транспорт. 2014. №1 (11). С. 42-45.
6. Васильев Ю.Э. Физико-химические основы применения серы как материала в качестве вяжущего для сероасфальтобетона и сероцементобетона // Васильев Ю.Э., Мотин Н.В., Сарычев И.Ю., Кочетков А.В. Сборник материалов международной научной конференции, Россия, г. Киров, 24-25 июня 2013 года. Под редакцией А.В. Кочеткова. - Киров, 2013. - С. 64-71.
7. Инновационные экологически чистые серосодержащие композиционные материалы для транспортного строительства / Васильев Ю.Э., Мотин Н.В., Шубин А.Н. // Промышленное и гражданское строительство. 2015. №12. С. 8-13.
8. Исследование коррозионной устойчивости сероасфальтобетона / Васильев Ю.Э., Воейко О.А., Царьков Д.С. // Интернет-журнал Науковедение. 2014. №5 (24). С. 22.
9. Сероасфальтобетонные смеси / М.Н. Алехина, Ю.Э. Васильев, Н.В. Мотин, И.Ю. Сарычев // Строительные материалы. 2011. №10. – С. 12 - 13.
10. Патент 2223992. Способ получения сероасфальтобетона / Н.В. Мотин, М.Н. Алехина, Васильев Ю.Э. и др. // Опубл. 02.20.2004, БИ №7.
11. Автоматизация подбора минеральной части сероасфальтобетонных смесей на основе компьютерного моделирования / Васильев Ю.Э., Алехина М.Н. // Промышленное и гражданское строительство. 2011. №11. С. 72-75.

Andronov Sergey Yuryevich

Saratov state technical university of Gagarin Yu.A., Russia, Saratov
E-mail: atomic08@yandex.ru

Vasil'ev Yuriy Emmanuilovich

Moscow automobile and road construction state technical university (MADI), Russia, Moscow
vashome@yandex.ru

Timokhin Denis Konstantinovich

Saratov state technical university of Gagarin Yu.A., Russia, Saratov
E-mail: voiced@list.ru

Repin Alexander Mikhaylovich

JSC PARITET-KONTROL, Russia, Moscow
E-mail: am.repin@yandex.ru

Repina Oksana Vladimirovna

JSC Mostootryad-47 FGC, Russia, Moscow
E-mail: oks-bunina@yandex.ru

Talalai Viktor Vyacheslavovich

JSC PARITET-KONTROL, Russia, Saratov
E-mail: talalay@bk.ru

Production and application the seroasfaltobetonnykh of composite coverings on highways and bridges

Abstract. The carried-out tests of a cast seroasfaltobetonny paving show that after two years of operation of a paving from a cast seroasfaltobetorn on sites of roads to various intensity of movement of property of a cast seroasfaltobeton didn't change and corresponded to properties of a cast seroasfaltobetonon in course of the paving device on the basis of what it is possible to draw a conclusion that cast seroasfaltobeton is steady against influences of mechanical loadings and pogodno-climatic conditions. In seroasfaltobetena sulfur carries out a sheaf role between bitumen and crushed stone, possesses high adhesive properties with positively and negatively loaded crushed stone grain surface microparticles at the expense of what adhesive properties between bitumen and crushed stone increase. Couplings study in all geometry of a chip, but not on particles of one charge. Therefore new composites don't demand use of surface-active substances.

Keywords: concrete; sulfur; serobeton; production; control; quality; modification; polymer concrete; raw materials; withdrawal; ecology; ispytianiye; crack paving; asphalt concrete; track; wear; test methods; laboratory researches; test complexes; loading; movement speed

REFERENCES

1. Statisticheskie metody organizatsii kontrolya kachestva pri proizvodstve dorozhno-stroitel'nykh materialov / Kochetkov A.V., Vasil'ev Yu.E., Kamenev V.V., Shlyaf'er V.L. // Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie. 2011. №5 (72). S. 46-51.
2. Proektirovanie struktury informatsionnogo obespecheniya sistemy menedzhmenta kachestva dorozhnogo khozyaystva / Kochetkov A.V., Gladkov V.Yu., Nemchinov D.M. // Internet-zhurnal Naukovedenie. 2013. №3 (16). S. 72.
3. Primenenie geoimplantatnykh konstruksiy dlya sozdaniya ekoparkingov / Yankovskiy L.V., Kochetkov A.V. // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2011. №5. S. 32-34.
4. Organizatsionno-ekonomicheskyy mekhanizm innovatsionnoy deyatel'nosti dorozhnogo khozyaystva / Arzhanukhina S.P., Sukhov A.A., Kochetkov A.V., Yankovskiy L.V. // Innovatsionnyy Vestnik Region. 2012. №4. S. 40-45.
5. Perspektivy razvitiya innovatsionnoy deyatel'nosti v dorozhnom khozyaystve / Kochetkov A.V., Yankovskiy L.V. // Innovatsionnyy transport. 2014. №1 (11). S. 42-45.
6. Vasil'ev Yu.E. Fiziko-khimicheskie osnovy primeneniya sery kak materiala v kachestve vyazhushchego dlya seroasfal'tobetona i serotsementobetona // Vasil'ev Yu.E., Motin N.V., Sarychev I.Yu., Kochetkov A.V. Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Rossiya, g. Kirov, 24-25 iyunya 2013 goda. Pod redaktsiyey A.V. Kochetkova. - Kirov, 2013. - S. 64-71.
7. Innovatsionnye ekologicheski chistye serosoderzhashchie kompozitsionnye materialy dlya transportnogo stroitel'stva / Vasil'ev Yu.E., Motin N.V., Shubin A.N. // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2015. №12. S. 8-13.
8. Issledovanie korrozionnoy ustoychivosti seroasfal'tobetona / Vasil'ev Yu.E., Voeyko O.A., Tsar'kov D.S. // Internet-zhurnal Naukovedenie. 2014. №5 (24). S. 22.
9. Seroasfal'tobetonnye smesi / M.N. Alekhina, Yu.E. Vasil'ev, N.V. Motin, I.Yu. Sarychev // Stroitel'nye materialy. 2011. №10. – S. 12 - 13.
10. Patent 2223992. Sposob polucheniya seroasfal'tobetona / N.V. Motin, M.N. Alekhina, Vasil'ev Yu.E. i dr. // Opubl. 02.20.2004., BI №7.
11. Avtomatizatsiya podbora mineral'noy chasti seroasfal'tobetonnykh smesey na osnove komp'yuternogo modelirovaniya / Vasil'ev Yu.E., Alekhina M.N. // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2011. №11. S. 72-75.