

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2018, №4, Том 5 / 2018, No 4, Vol 5 <https://t-s.today/issue-4-2018.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/22SATS418.pdf>

DOI: 10.15862/22SATS418 (<http://dx.doi.org/10.15862/22SATS418>)

Статья поступила в редакцию 25.11.2018; опубликована 22.01.2019

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гофман Д.И., Катасонов М.В., Кочетков А.В., Гайдайчук Ю.А., Киричук Д.И. Разработка состава щебеночно-мастичного асфальтобетона с повышенной устойчивостью к колееобразованию для устройства слоя износа для дорог с повышенной интенсивностью движения // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №4, <https://t-s.today/PDF/22SATS418.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/22SATS418

For citation:

Gofman D.I., Katasonov M.V., Kochetkov A.V., Gaydaychuk Yu.A., Kirichuk D.I. (2018). Development of the composition of crushed stone and mastic asphalt with increased resistance to rutting for the device wear layer for roads with high traffic. *Russian journal of transport engineering*, [online] 4(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/22SATS418.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/22SATS418

УДК 625.7/8:504

ГРНТИ 67.09.45

Гофман Дмитрий Иванович

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
Старший преподаватель кафедры «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений»
E-mail: dima.0103@mail.ru

Катасонов Максим Викторович

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
Доцент кафедры «Гидротехнические и земляные сооружения»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: max.inga@rambler.ru

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
Доктор технических наук, профессор
E-mail: soni.81@mail.ru

Гайдайчук Юлия Андреевна

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
Магистрант кафедры «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений»
E-mail: ms.realova@mail.ru

Киричук Диана Игоревна

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
Магистрант кафедры «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений»
E-mail: borisenko.d.i.1995@gmail.com

**Разработка состава щебеночно-мастичного
асфальтобетона с повышенной устойчивостью
к колееобразованию для устройства слоя износа для
дорог с повышенной интенсивностью движения**

Аннотация. В работе рассмотрено применение щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей, укладываемых малой толщиной в качестве защитных слоев износа автомобильных дорог. Дается общая характеристика смесей и входящих в них компонентов, приводятся плюсы и минусы, а также возможность их применения. В качестве минерального порошка рекомендовано применять известьсодержащий отход (гидрат окиси кальция) химической промышленности. Доказано эффективное повышение сдвигоустойчивости защитного слоя износа с последующим предотвращением образования колеи на покрытии, за счет применения известьсодержащего отхода, обладающего высокоактивным структурирующим воздействием на битум с замедлением его старения в составе асфальтовяжущего при соблюдении принципов достаточной водостойкости и трещиностойкости асфальтобетона. Замена минерального порошка на известьсодержащий отход в составе щебеночно-мастичного асфальтобетона при одинаковом массовом количестве других минеральных составляющих и битума свидетельствует о значительном повышении показателей качества.

Ключевые слова: вяжущее; асфальтобетон; дорожное строительство; щебеночно-песчаные смеси; региональные дороги; известьсодержащие отходы; рецептуры; слои основания; дороги с низкой интенсивностью движения; дороги с повышенной интенсивностью движения; активация; анализ свойств

Введение

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 22.11.2008 года № 1734-р затрагивает вопрос по принятию мер скорейшего развития и улучшения существующей сети автомобильных дорог. В рамках стратегии планируется строительство и реконструкция автомобильных дорог федерального и регионального значения, а также доведение к 2019 г. объемов выполнения работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования федерального значения до уровня, обеспечивающего транспортно-эксплуатационное состояние федеральных дорог требованиями действующих нормативных документов, а также создание сети скоростных автомобильных дорог. Намечается строительство и реконструкция автомобильных дорог в крупных транспортных узлах и на подходах к ним.

В связи с этим необходимо рассмотреть вопрос частых разрушений дорожных конструкций на автомобильных дорогах с повышенной интенсивностью движения, которые должны быть обеспечены повышенным уровнем безопасности, требуемой скоростью, пропуском расчетных нагрузок и максимальным сроком службы.

Постановка задачи

В процессе эксплуатации автомобильной дороги возникают преждевременные деформации дорожного полотна. Деформации и разрушения всей конструкции дорожной одежды – это пучины, просадки, проломы, колеи, разрушение кромок и др. Их появление зависит в большей степени вследствие повышенных нагрузок и высокой интенсивности движения не предусмотренных проектом, которые со временем увеличиваются.

Предотвратить нежелательное разрушение дорожного покрытия возможно путем устройства слоев износа, состоящих из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА).

Слой износа – защитный слой толщиной не более 4 см, предназначенный для предохранения нижележащего слоя асфальтобетонного покрытия от непосредственного воздействия колес движущегося автомобильного транспорта и воздействия погодно-

климатических условий. Этот слой не учитывается при расчете конструктивных слоев дорожных одежд и подлежит периодическому восстановлению в процессе эксплуатации.

В настоящее время накоплен богатый, как за рубежом, так и в России, опыт использования щебеночно-мастичных асфальтобетонов при устройстве верхних слоев дорожных покрытий с шероховатой поверхностью [2-6]. Многолетние изыскания иностранных специалистов позволили выработать действующие в настоящее время технические требования к смесям и асфальтобетону типа ЩМА.

В большинстве западных стран смеси ЩМА маркируют по максимальной крупности зерен щебня. В проекте европейских норм pr EN 13108-6 щебеночно-мастичный асфальтобетон представлен различным диапазоном смесей по крупности, который применяется в дорожном строительстве.

В случае сопоставимой крупности частиц предельные кривые зерновых составов минеральной части смесей ЩМА в стандартах различных стран достаточно близки между собой. Однако по самой крупности применяемого щебня они имеют существенные отличия, что объясняется, прежде всего, условиями работы покрытий. Так, например, в Скандинавских странах находят широкое применение более крупнозернистые смеси в сравнении с нормами Германии вследствие их большей устойчивости к истирающему воздействию шипованной резины, применяемой в зимний период эксплуатации.

Есть отличия и в содержании песчаной фракции¹.

При устройстве тонкослойных покрытий обычно применяются смеси с крупностью минерального зерна от 4 до 6 мм, однако европейские нормы допускают использование в смесях ЩМА как более крупные, так и более мелкие продукты дробления горных пород с максимальным размером зерен до 4 мм (см. таблицу 1).

Таблица 1

Требования Европейских стандартов к ЩМА

Показатели	0/11 S	0/8 S	0/8	0/5
	Полные проходы %			
Размеры отверстий сит, (мм):				
16	100			
11	90-100 max.60	100	100	
8	30-40	90-100	90-100	100
5	20-27	30-45	30-55	90-100
2		20-27	20-30	30-40
Наполнитель (< 90 p), %	9-13	10-13	8-13	8-13
Добавка	0,3-1,5 %			
Тип битума	50/70, ПБВ45	50/70, ПБВ 45	70/100	70/100
Содержание битума, %	6,5 (6,95)	7,0 (7,53)	7,0 (7,53)	7,2 (7,76)
Метод Маршалла, %	3-4	3-4	2-4	2-4
Степень уплотнения, %	97			
Пористость, %	6			
Толщина слоя, мм	35-50	30-40	20-40	20-40

¹ AASHTO D: MP 8-05 1 Designing Stone Matrix Asphalt (SMA). Standard Specification.

AASHTO D: PP 41-02 1 Standard Practice for Designing Stone Matrix Asphalt (SMA).

pr EN 13108-6 Проект европейского стандарта на ЩМА (The draft European standart for SMA prEN 13108-6).

Финские нормы на асфальт 2000: Совещательная комиссия по покрытиям PANKry, Хельсинки (Finish Specifications for asphalt 2000 Advisory commission on pavements PANKry, Helsinki).

Наряду с применением щебеночно-мастичных асфальтобетонов [7] эффективное повышение сдвигоустойчивости с предотвращением образования колеи на асфальтобетонном покрытии, обеспечивает применение минерального порошка (в качестве наполнителя), обладающего высокоактивным структурирующим воздействием на битум с замедлением его старения в составе асфальтовяжущего при соблюдении принципов достаточной водостойкости и трещиностойкости асфальтобетона.

К такому минеральному порошку относится известьсодержащий отход – гидрат окиси кальция [8, 9].

Постановка цели исследования

Целью исследования является разработка состава щебеночно-мастичного асфальтобетона для устройства защитных слоев износа на участках дорог с повышенной интенсивностью движения.

Поставлены следующие задачи:

1. Экспериментально обосновать применение известьсодержащего отхода в качестве минерального порошка в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях.
2. Подобрать оптимальный состав щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси фракции ЦМА-10 для устройства защитных слоев износа.

Методика проведения испытаний

1. Устойчивость асфальтовяжущих на основе известьсодержащего отхода (ИСО) и для сравнения неактивированного минерального порошка (МП) к старению, оценивали по изменению температуры размягчения после прогрева при $163^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ через одинаковые интервалы времени от 5 до 30 часов.

2. Изменения предельного напряжения сдвига при 50°C асфальтовяжущих в широком диапазоне регистрировали с помощью конического пластометра с углом в вершине конуса 30°C . Вертикальность погружения конуса определенной массы, термостатированного в воздушной среде при 50°C совместно с образцом уплотненного асфальтовяжущего под давлением 10 МПа, обеспечивали цилиндрическим направляющим устройством с внутренним диаметром 100 мм. Погружение конуса под действием определенной нагрузки по центральной оси образца обеспечивали фиксацией положения конуса металлическим кольцом, вставленным в опорную часть между направляющим устройством и наружной поверхностью внизу цилиндрической формы, в которой находится испытуемый образец асфальтовяжущего диаметром 2,5 см.

3. Физико-механические свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона ЦМА-10 определяли в соответствии требований нормативных документов РФ.

Проведение испытаний

Асфальтовяжущее на основе ИСО и МП приготавливали смешиванием с битумом БНД 60/90 при температуре 155°C до получения однородной массы в широком диапазоне соотношений битум/порошок (Б/П). Для оценки устойчивости нефтяного дорожного битума к старению принимают величину изменения температуры размягчения по методу «Кольцо и Шар» после пятичасового прогрева при 163°C ±2°C, по аналогии принимаем ту же методику и для сопоставляемых асфальтовяжущих при условии более длительного прогрева.

Приготовлены образцы асфальтовяжущих в соотношениях Б/П: 1/0; 1/0,5; 1/1; 1/1,5 и эти образцы прогревали при 163°C в режиме, регламентированном для битумов, с последующим определением температуры размягчения через 5, 10, 15, 20, 25, 30 часов прогрева.

Исходные значения температуры размягчения асфальтовяжущих на ИСО и МП наглядно показали (рисунок 1) значительно более высокую структурирующую способность ИСО по сравнению с МП особенно при Б/П = 1/1,5. Нельзя исключать влияние гидравлической активности ИСО на увеличение температуры размягчения асфальтовяжущего.

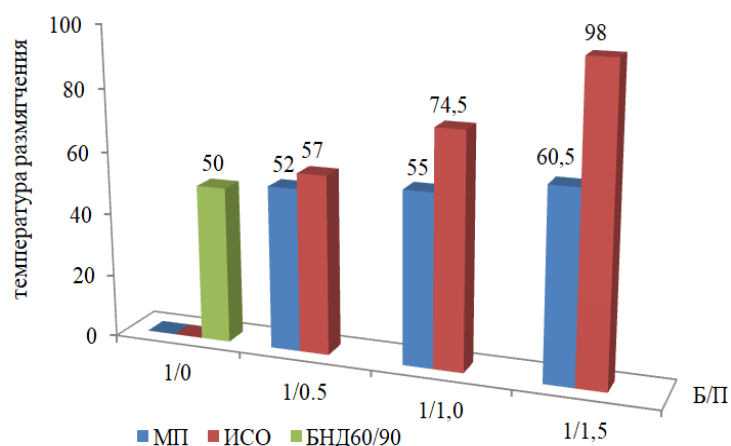


Рисунок 1. Влияние массового соотношения битума с различными минеральными порошками Б/П на температуру размягчения асфальтовяжущих (составлено авторами)

Изменения температуры размягчения после длительного прогрева в наибольшей мере зарегистрированы для асфальтовяжущих с МП (рисунок 2), что косвенно свидетельствует о меньшей устойчивости их к старению по сравнению с применением ИСО и согласуется с известными литературными данными о влиянии известьсодержащих отходов на замедление старения нефтяного дорожного битума [10-12].

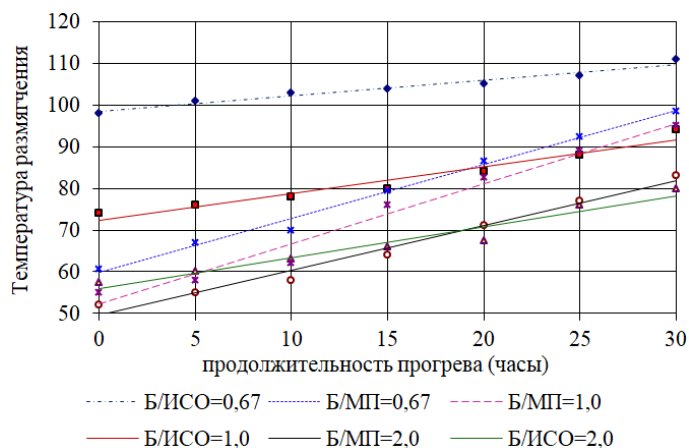


Рисунок 2. Изменение температуры размягчения °C асфальтовяжущих после прогрева в течение 5 часовых интервалов времени (составлено авторами)

Анализируя результаты увеличения температуры размягчения исходных асфальтовяжущих (рисунок 1) и после их длительного прогрева (рисунок 2), необходимо учитывать то, что известьсодержащий отход относится к гидравлическим вяжущим, способным образовывать кристаллические связи, в некоторой мере увеличивающие температуру размягчения асфальтовяжущего.

При Б/П, равном (1/1,5), близком к реальным условиям в асфальтобетоне, для сопоставления устойчивости к старению необходимо исходить из условия одинаковой исходной температуры размягчения, например 60°C, тогда в случае известнякового МП температура размягчения возрастает через 30 часов прогрева на 37°C, а для состава с ИСО ориентировочно на 24°C.

К тому же угол наклона всех линий для асфальтовяжущих на ИСО (рисунок 2) оказался значительно меньше, чем на МП.

Показатели средней плотности уплотненных при 10 МПа асфальтовяжущих зависят от массового соотношения Б/П и от вида минерального порошка (рисунок 3), при этом характер изменения данного показателя идентичен по наличию и месту расположения экстремальных значений.

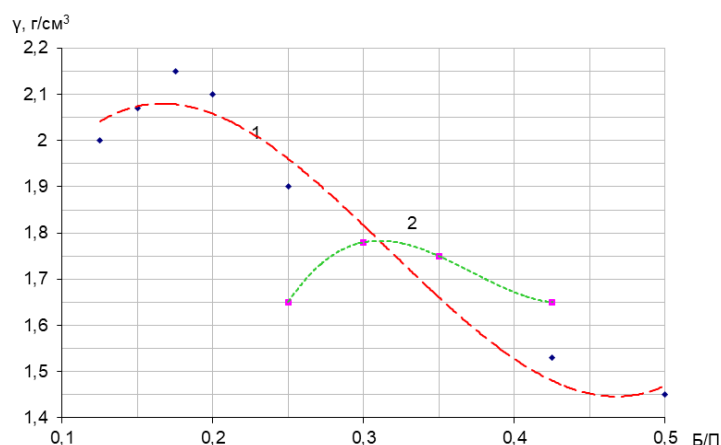


Рисунок 3. Зависимость показателей средней плотности γ от массового соотношения Б/П: 1 – известняковый порошок; 2 – известьсодержащий отход (составлено авторами)

Изменения условного предельного напряжения сдвига асфальтовяжущих при 50°C, определенного с помощью конического пластометра для различных значений Б/П, согласуются с экстремумами средней плотности.

Максимальное предельное напряжение сдвига в случае с ИСО в 1,5 раза больше, чем с МП и зарегистрировано при значительно более высоком отношении Б/П (рисунок 4).

Испытания на пластометре исключают воздействие водной среды, поэтому результаты предопределены структурирующим воздействием на битум порошкообразного минерального компонента.

Повышенное предельное напряжение сдвига асфальтовяжущего является залогом более высокой сдвигоустойчивости асфальтобетона и ожидаемой прочности при сжатии в данном температурном режиме, следовательно, можно регулировать показатель сдвигоустойчивости асфальтовяжущего и введением ИСО, что дает возможность при недостатке МП в минеральной части добавлять отход, эффективно обеспечивая повышение сопротивления колееобразованию на покрытии.

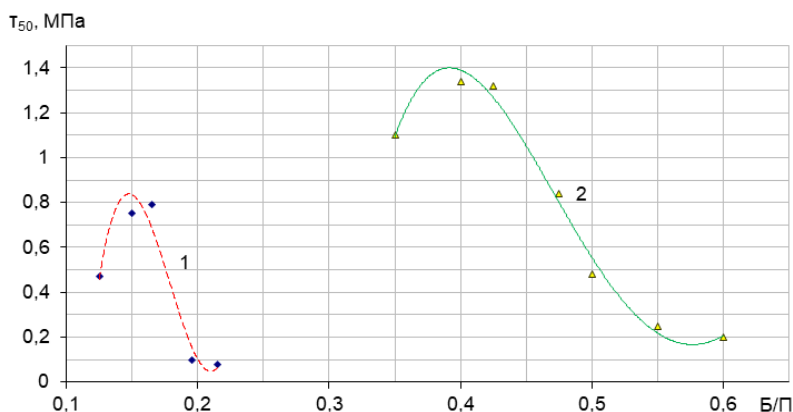


Рисунок 4. Зависимость предельного напряжения сдвига T_{50} асфальтовяжущих от соотношения Б/П: 1 – известняковый порошок; 2 – известьсодержащий отход (составлено авторами)

Замена минерального порошка на известьсодержащий отход в составе щебеночно-мастичного асфальтобетона при одинаковом массовом количестве других минеральных составляющих и битума свидетельствует (таблица 2) о значительном повышении показателей качества.

Таблица 2

Физико-механические свойства ЩМА-10

Наименование показателей	Требования ГОСТ 31015-2002	Фактические показатели	
		МП	ИСО
Средняя плотность образцов, г/см ³	-	2,45	2,44
Пористость минеральной части смеси, %	От 15 до 19	16,7	15,9
Остаточная пористость, %	от 2,0 до 4,0	2,95	2,74
Водонасыщение, %	от 1,5 до 4,0	2,08	1,95
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее: при температуре 20°С при температуре 50°С	2,5	3,1	3,8
	0,7	1,02	1,45
Коэффициент внутреннего трения, не менее Сцепление при сдвиге при температуре 50°С, МПа, не менее	0,94	0,94	0,96
	0,2	0,2	0,23
Трещиностойкость – предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0°С, МПа: не менее не более	3,0	5,3	4,2
	6,5		
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,75	0,89	0,94
Показатель стекания вяжущего, % по массе, не более	0,2	0,2	0,18

Состав щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА-10) по минеральной части был принят в соответствии с требованиями ГОСТ 31015-2002:

- щебень гранитный фр. (5-10) мм с маркой по дробимости 1000 – 65 %;
- песок из отсевов дробления – 15 %;
- известьсодержащий отход (ИСО) / известняковый порошок (МП) – 13 %;
- битум нефтяной дорожный БНД60/90 сверх массы минеральной части – 6,5 %;
- стабилизирующая добавка «VIATOR» – 0,5 %.

Анализируя результаты испытаний сравниваемых ЩМА (таблица 2), следует отметить более высокий предел прочности при сжатии при 50°С, более высокую водостойкость при длительном водонасыщении, и более высокий показатель сцепления при сдвиге при 50°С в варианте применения ИСО по сравнению с МП.

Эти особенности являются, по всей вероятности, следствием дополнительного образования достаточно водостойких кристаллических связей в ЦМА с ИСО, который выполняет двойную функцию гидравлического вяжущего и минерального порошка.

Косвенными стандартизированными показателями трещиностойкости ЦМА являются предел прочности при сжатии при 0°C и предел прочности на растяжение при расколе при 0°C со скоростью деформирования 50 мм/мин. Оба показателя не хуже установленных ГОСТ 31015-2012 нормируемых значений, поэтому нет опасений о значительном снижении трещиностойкости асфальтобетона при замене известнякового порошка на известьесодержащий отход.

Выводы

1. Авторами показана возможность применения известьесодержащего отхода, представленного гидратом окиси кальция в качестве минерального порошка в составе щебеночно-мастичного асфальтобетона.
2. Доказано эффективное повышение сдвигоустойчивости защитного слоя износа с последующим предотвращением образования колеи на покрытии, за счет применения известьесодержащего отхода, обладающего высокоактивным структурирующим воздействием на битум с замедлением его старения в составе асфальтовяжущего при соблюдении принципов достаточной водостойкости и трещиностойкости асфальтобетона.

Дополнительная информация по теме инновационного применения местных дорожно-строительных материалов отражена в работах [13-17].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Совершенствование отраслевой системы диагностики автомобильных дорог / Ермаков М.Л., Карпеев С.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П. // Дорожная держава. 2011. № 30. – С. 38.
- 2 Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. Учебное пособие по курсу «Новые технологии в дорожном строительстве» для студентов специальности 270205 – «Автомобильные дороги и аэродромы» и слушателей системы дополнительного профессионального образования. – Н. Новгород, издание ННГАСУ, 2009. – 65 с.
- 3 Проектирование структуры информационного обеспечения системы менеджмента качества дорожного хозяйства / Кочетков А.В., Гладков В.Ю., Немчинов Д.М. // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. № 3 (16).
- 4 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.
- 5 Методологические основы оценки технических рисков / Кокодеева Н.Е., Талалай В.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П., Янковский Л.В. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. № 28 (47). – С. 126-134.
- 6 Применение геоимплантатных конструкций для создания экопаркингов / Янковский Л.В., Кочетков А.В. // Экология и промышленность России. 2011. № 5. – С. 32-34.
- 7 Лескин А.И., Гофман Д.И., Катасонов М.В., Вовко В.В., Скоробогатченко Д.А. Использование местных отходов химической промышленности в составленных вяжущих / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-

- строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. № 53(72). – С. 83-91.
- 8 Романов, С.И. Рекомендации по повышению качества асфальтобетонных дорожных покрытий / С.И. Романов, А.И. Лескин // Инновационные организационно-технологические ресурсы для развития строительства доступного и комфортного жилья в Волгоградской области: материалы Междунар. науч.-техн. конф., 1-3 дек. 2008 г. – Волгоград, 2008. – С. 41-43.
- 9 Романов, С.И. Улучшение свойств асфальтобетона на основе активации битума по свободно-радикальному механизму / С.И. Романов, С.В. Мельников, А.И. Лескин // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: модернизация в сфере строительства городского хозяйства и защиты окружающей среды урбанизированных территорий: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 200-й годовщине победы России в Отечественной войне 1812 г., г. Пермь, 26-28 апр. 2012 г. – Пермь, 2012. – Т. 3. – С. 49-55.
- 10 Лескин, А.И. Изменение свойств битумов и асфальтобетонов при термоокислительном воздействии / А.И. Лескин, С.И. Романов // Региональные технологические и экономико-социальные проблемы развития строительного комплекса Волгоградской области: материалы науч.-техн. конф., г. Михайловка, 11-12 июля 2003 г.: [в 2 ч.]. – Волгоград, 2003. – Ч. I. – С. 143-147.
- 11 Регулирование структуры и свойств нефтяных битумов / С.И. Романов, А.И. Лескин, С.А. Пронин, Д.И. Гофман // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер. Строительство и архитектура. – 2010. – Вып. 18 (37). – С. 72-77.
- 12 Романов, С.И. Анализ состояния поверхности дорожного покрытия / С.И. Романов, А.В. Банатов, А.И. Лескин // Известия вузов. Строительство. – 2008. – № 9. – С. 76-80.
- 13 Нормативно-методическое обеспечение развития инновационной деятельности в дорожном хозяйстве / Аржанухина С.П., Сухов А.А., Кочетков А.В. // Инновации. 2011. № 7. – С. 82-85.
- 14 Выбор требований к противогололедным материалам для зимнего содержания автомобильных дорог мегаполиса / Аржанухина С.П., Гарибов Р.Б.О., Кочетков А.В., Янковский Л.В., Глухов Т.А., Бобков А.В. // Вода: химия и экология. 2013. № 4 (58). – С. 106-115.
- 15 Катасонов М.В., Лескин А.И., Кочетков А.В., Гофман Д.И., Куксгаузен В.В. Применение влажной органоминеральной смеси для устройства конструктивных слоев дорожной одежды при строительстве автодорожного подхода к Керченскому мосту со стороны Тамани // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №3, <https://t-s.today/PDF/03SATS318.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/03SATS318. – С. 3.
- 16 Катасонов М.В., Лескин А.И., Гофман Д.И., Кочетков А.В. Исследование возможности улучшения физикомеханических свойств слабопрочного известнякового щебня способом обработки серобитумным вяжущим // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №2 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/29TVN217.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
- 17 Лескин А.И., Гофман Д.И., Катасонов М.В. Улучшение прочностных характеристик низкомарочного и малопрочного щебня путем обработки органическим композитным материалом / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 48 (67). – С. 130-139.

Gofman Dmitriy Ivanovich

Volgograd state technical university, Volgograd, Russia
E-mail: dima.0103@mail.ru

Katasonov Maksim Viktorovich

Volgograd state technical university, Volgograd, Russia
E-mail: max.inga@rambler.ru

Kochetkov Andrey Viktorovich

Perm national research polytechnical university, Perm, Russia
E-mail: soni.81@mail.ru

Gaydaychuk Yuliya Andreevna

Volgograd state technical university, Volgograd, Russia
E-mail: ms.realova@mail.ru

Kirichuk Diana Igorevna

Volgograd state technical university, Volgograd, Russia
E-mail: borisenko.d.i.1995@gmail.com

Development of the composition of crushed stone and mastic asphalt with increased resistance to rutting for the device wear layer for roads with high traffic

Abstract. The paper considers the use of crushed stone-mastic asphalt mixtures laid with a small thickness as protective layers of wear of roads. The General characteristics of mixtures and their components are given, the pros and cons, as well as the possibility of their application are given. As a mineral powder, it is recommended to use lime-containing waste (calcium oxide hydrate) of the chemical industry. The effective increase of shear resistance of the protective wear layer with the subsequent prevention of the formation of a track on the coating due to the use of lime-containing waste, which has a highly active structuring effect on bitumen with a slowdown in its aging in the asphalt binder, subject to the principles of sufficient water resistance and crack resistance of asphalt concrete. The replacement of mineral powder with lime-containing waste in the composition of crushed-mastic asphalt concrete with the same mass amount of other mineral components and bitumen indicates a significant increase in quality indicators.

Keywords: binder; asphalt concrete; road construction; gravel-sand mixtures; regional roads; lime-containing waste; formulations; base layers; roads with low traffic intensity; roads with high traffic intensity; activation; analysis of properties

REFERENCES

1. Ermakov M.L., Karpeev S.V., Kochetkov A.V., Arzhanukhina S.P. (2011). Improving the sectoral system of diagnostics of highways. *Road Power*, 30, p. 38 (in Russian).
2. Kostin V.I. (2009). Shchebenochno-mastichnyy asfal'tobeton dlya dorozhnykh pokrytiy. Uchebnoe posobie po kursu «Novye tekhnologii v dorozhnom stroitel'stve» dlya studentov spetsial'nosti 270205 – «Avtomobil'nye dorogi i aehrodromy» i slushateley sistemy dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya. [*Crushed stone mastic asphalt for road surfaces. The manual on the course "New technologies in road construction" for students of the specialty 270205 - "Roads and airfields" and students of the system of additional professional education.*] Nizhny Novgorod: publication Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, p. 65.
3. Kochetkov A.V., Gladkov V.Yu., Nemchinov D.M. (2013). Design of structure of information support of quality management system of road economy. *Naukovedenie*, 3(5) (in Russian).
4. Kochetkov A.V., Vasil'ev Yu.Eh., Kamenev V.V., Shlyufer V.L. (2011). Statistical methods of organizing quality control in the production of road-building materials. *Quality. Innovation. Education*, 5(72), p. 46-51 (in Russian).
5. Kokodeeva N.E., Talalay V.V., Kochetkov A.V., Arzhanukhina S.P., Yankovskiy L.V. (2012). Methodological bases of technical risk assessment. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering*, 28(47), pp. 126-134 (in Russian).
6. Yankovskiy L.V., Kochetkov A.V. (2011). Application of geo-implant constructions for creating ecoparks. *Ecology and Industry of Russia*, 5, pp. 32-34 (in Russian).
7. Leskin A.I., Gofman D.I., Katasonov M.V., Vovko V.V., Skorobogatchenko D.A. (2018). Use of local waste of the chemical industry in composed binders. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering*, 53(72), pp. 83-91 (in Russian).
8. Romanov S.I., Leskin A.I. (2008). Rekomendatsii po povysheniyu kachestva asfal'tobetonnykh dorozhnykh pokrytiy. [*Recommendations for improving the quality of asphalt pavements.*] Volgograd, pp. 41-43.
9. Romanov S.I., Mel'nikov S.V., Leskin A.I. (2012). Uluchshenie svoystv asfal'tobetona na osnove aktivatsii bituma po svobodno-radikal'nomu mekhanizmu. Tom 3. [*Improving the properties of asphalt concrete based on the activation of bitumen by a free-radical mechanism. Volume 3.*] Perm, pp. 49-55.
10. Leskin A.I., Romanov S.I. (2003). Izmenenie svoystv bitumov i asfal'tobetonov pri termookislitel'nom vozdeystvii. Chast' 1. [*Changes in the properties of bitumen and asphalt concrete under thermo-oxidative effects. Part 1.*] Volgograd, pp. 143-147.
11. Romanov S.I., Leskin A.I., Pronin S.A., Gofman D.I. (2010). Regulation of the structure and properties of petroleum bitumen. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering*, 18(37), pp. 72-77 (in Russian).
12. Romanov S.I., Banatov A.V., Leskin A.I. (2008). Analysis of the state of the surface of the pavement. *News of universities. Building*, 9, pp. 76-80 (in Russian).

13. Arzhanukhina S.P., Sukhov A.A., Kochetkov A.V. (2011). Regulatory and methodological support for the development of innovative activities in the road sector. *Innovations*, 7, pp. 82-85 (in Russian).
14. Arzhanukhina S.P., Garibov R.B.O., Kochetkov A.V., Yankovskiy L.V., Glukhov T.A., Bobkov A.V. (2013). The choice of requirements for anti-icing materials for the winter maintenance of highways of the megalopolis. *Water: chemistry and ecology*, 4(58), pp. 106-115 (in Russian).
15. Katasonov M.V., Leskin A.I., Kochetkov A.V., Gofman D.I., Kuxhausen V.V. (2018). Use of damp organomineralny mix for the device of constructive layers of road clothes when building road approach to Kerchensky Bridge from Tamani. *Russian journal of transport engineering*, [online] 3(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/03SATS318.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/03SATS318
16. Katasonov M.V., Leskin A.I., Gofman D.I., Kochetkov A.V. (2017). Research of possibility of improvement of the slaboprochny physicomechanical properties of calcareous crushed stone by way of processing by serobitumny knitting. *Naukovedenie*, [online] 2(9). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/29TVN217.pdf> (in Russian).
17. Leskin A.I., Gofman D.I., Katasonov M.V. (2017). Improving the strength characteristics of low-grade and low-strength crushed stone by processing with organic composite material. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering*, 48(67), pp. 130-139 (in Russian).