

## Литература

1. Климат Узбекистана. — Текст: электронный // Официальный сайт Центра гидрометеорологической службы Республики Узбекистан: [сайт]. — URL: <https://hydromet.uz/ru/node/41> (дата обращения: 06.09.2022).
2. Стрелков А. К., Гриднева М. А., Набок Т. Ю., Дрёмина Э. В., Кондрина Е. Е. Влияние урбанизации города на системы водоотведения и очистки поверхностного стока (на примере Самары) // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. — 2014. — № 4 (17). — С. 55-62
3. Мягков С. В. Влияние городского ландшафта на опасность наводнений от ливневых осадков / С. В. Мягков, И. В. Дергачева, С. С. Мягков. // Центральноазиатский журнал географических исследований. — 2021. — № 3-4. — С. 105-112.
4. Салимова Б. Д. О совершенствовании системы сбора и отвода ливневых стоков с автомобильных дорог в Ташкенте / Б. Д. Салимова, Б. Р. Махкамов. // Universum: технические науки. — 2020. — № 1(70). — С. 55-57.
5. Логинова О. А., Азаревич Э. Н. Улучшение организации водоотвода на улично-дорожной сети Казани // Известия КазГАСУ. — 2020. №4 (54). С. 112-121
6. Евстигнеева Ю. В., Трофименко Ю. В., Евстигнеева Н. А. К вопросу применения дождевых садов на автомагистралях //Тенденции развития науки и образования. – 2020. – №. 62-3. – С. 48-52.
7. Духопельникова Н. Поверхностные сточные воды, система отведения и их очистка в крупных городах //AlfaBuild. – 2018. – №. 1. – С. 7-14.
8. Уваров Д. Ю. Дождевая вода как перспективный ресурс общественных пространств //IV Международный студенческий строительный форум-2019. – 2019. – С. 203-207.
9. Шахматова Ю. Е. Экологичные дороги-дороги в будущее //Молодой исследователь: от идеи к проекту. – 2017. – С. 390-393.

УДК 625.7/8

## АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТОГО СЕРОАСФАЛЬТБЕТОНА НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

И.С. Содиков, С.М. Тилаков, Э.С. Соттикулов, А.Т. Маматмунинов  
Ташкентский государственный транспортный университет,  
ул. Адылходжаева, 1, 100067, г. Ташкент, Узбекистан, [tftutfsuxrob0089@mail.ru](mailto:tftutfsuxrob0089@mail.ru)

В статье проанализировано мировое применение литого асфальтобетона, его преимущества, прочностные, физико-механические свойства согласно требованиям нормативного документа, проведены научные исследования физико-механических свойств серобитума, полученного по новой технологии модификацией серой. Приведена технология применения полученных результатов на автомобильных дорогах Республики Узбекистан.

**Ключевые слова:** Сероасфальтобетон литой, сероасфальтобетон, асфальтобетон, битум, сера, модификатор, модификация, серобитум, температура, песок, щебень, минеральный порошок.

Дороги являются важным достоянием страны и являются одним из основных факторов роста экономики. Для повышения эффективности автотранспорта, скорости доставки грузов и перевозки пассажиров, безопасности и комфортности движения, а также снижения себестоимости грузоперевозок, в первую очередь, необходимо повысить транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог, ремонт и необходимо радикальное улучшение содержания дорог. Для этого необходимо совершенствовать

технологии ремонта и содержания автомобильных дорог и использовать в этой области передовые зарубежные технологии. Сегодня совершенствование системы транспортных инфраструктур в нашей республике, в частности улучшение качества автомобильных дорог, строительство новых магистралей и реконструкция существующих являются актуальными задачами. Дороги являются важным достоянием страны и одним из основных факторов роста экономики. Для повышения эффективности работы автотранспорта, быстрой и качественной доставки грузов и скорости пассажирских перевозок, безопасности и комфорта движения, а также снижения себестоимости грузоперевозок, в первую очередь, необходимо увеличить эксплуатационные показатели автомобильных дорог, необходимо отремонтировать дороги и коренным образом улучшить консервационные работы [1]. В связи с этим совершенствование технологий ремонта и содержания автомобильных дорог и повышение качества автомобильных дорог с использованием передовых зарубежных технологий в данной области, а также применение технологии жаропрочного асфальтобетона на автомобильных дорогах нашей страны является одной из актуальных задач сегодняшнего дня.

Республика Узбекистан относится к странам с теплым климатом. Лето сухое и жаркое, средняя температура июля достигает в равнинной части +26 °С, +30 °С, на юге +31, +32 °С. Самая высокая температура достигает +44°С в Ташкенте и +50 °С в Термезе. Поверхность песка нагревается до +75 °С, +80 °С. Как видно из приведенных выше температурных показателей, устройство асфальтобетонных покрытий в климатических условиях нашей страны требует сложной новой технологии. Асфальтобетонные покрытия размягчаются под воздействием высокой температуры в летний зной, а при движении большегрузного транспорта образуются поперечные неровности. Одна из основных причин этого заключается в том, что битум, содержащийся в асфальтобетоне, не выдерживает высоких температур. По ГОСТ 22245-90 температура плавления битума БНД 60/90 составляет 47 °С, к сожалению, в летние месяцы в наших южных регионах температура асфальтобетонных покрытий достигает 60-70 °С. Поэтому срок эксплуатации наших дорог не достигает запланированного срока. Кроме того, в настоящее время на рынке нефти наблюдается дефицит битума и рост его цены. Анализ рынка битумов показывает, что основными требованиями рынка являются цена и качественные показатели. Одной из основных задач наших дорожников является повышение стойкости битума к высоким температурам с целью повышения термостойкости асфальтобетонного покрытия [2].

Идея использования серы в дорожном строительстве относится к началу XX века. В 1974 году была написана кандидатская диссертация Хафизуддина Ахмеда под названием «A laboratory study of the use of sulphur in sand-asphalt mixes for flexible pavements» в результате модификации серы в песчано-асфальтобетонной смеси, повышающей физико-механические свойства. свойства асфальтобетона, количество битума в смеси содержится 6 %, а количество серы в вяжущем - 13,5 %, а в результате повышения температуры при перемешивании смеси выделяется сероводородный газ [3].

Для приготовления товарной асфальтобетонной смеси битум необходимо предварительно модифицировать серой. Это очень сложный процесс. В патенте «RU 2 452 748 С1-Способ получения серобитума» В. Б. Иванова упоминается технология приготовления серобитума для производства наливной асфальтобетонной смеси. К сере добавляют 0,3-3,0% аминов и нагревают в течение 2-3 часов в специальной емкости для приготовления модифицированной серы при температуре 130-150 °С, а затем к нагретому битуму добавляют модифицированную серу в массовом соотношении 20-70:30-80<sup>4</sup>). Патент Ю. Е. Васильева "RU 2 554 585 С2 - Способ получения модифицированной серы" обеспечивает научное обоснование технологии изготовления серобетона и сероасфальтобетона модифицированием серы и применения ее в дорожном строительстве. В этом патенте к сере в реакторе добавляют соль аммония или калия, процентное содержание модификатора в сере 0,001-0,005 %, температура перемешивания 120-135 °С в течение 5-10 минут, а затем добавляется этилен и норборнен в количестве 0,08-0,1%. После

добавления компонентов и нагрева в течение 20-50 мин получили модифицированную серу [5].

В своей научно-исследовательской работе мы впервые модифицировали серу с помощью различных модификаторов. Модифицировав модифицированной серой битум, мы получили 20%, 30%, 40% серобитум и определили его физико-механические свойства. Результаты эксперимента приведены в таблицах ниже.

Таблица 1. Физико-механические показатели 80/20 серобитума (содержание 20% серы, по сравнению с модификатором М1-3% серы)

№	Наименование	Единицы показателей	Измерения значения показателей			
			По ГОСТу	Фактическая стоимость битума	По серобитуму	ГОСТ серобитума фактическая величина
1	2	3	4	5	6	7
1	Глубина погружения иглы, 25 °С (по ГОСТ 11501-78)	0,1 мм	60-90	86	58	60
2	Температура размягчения (по ГОСТ 11501-73)	°С	не менее 47	50	54	53
3	Растяжимость, не менее 25 °С (по ГОСТ 11505-75)	см	не менее 55	60	27	47

Таблица 2. Физико-механические показатели 70/30 серобитума (содержание 30% серы, по сравнению с модификатором М1-3% серы)

№	Наименование	Единицы показателей	Измерения значения показателей			
			По ГОСТу	Фактическая стоимость битума	По серобитуму	ГОСТ серобитума фактическая величина
1	2	3	4	5	6	7
1	Глубина погружения иглы, 25 °С (по ГОСТ 11501-78)	0,1 мм	60-90	86	59	60
2	Температура размягчения (по ГОСТ 11501-73)	°С	не менее 47	50	63	53
3	Растяжимость, не менее 25 °С (по ГОСТ 11505-75)	см	не менее 55	60	29	47

Свойства битума, содержащегося в литейном сероасфальтбетоне ГОСТ 22245-90 [6], зернистый состав смеси, физико-механические свойства покрытия ГОСТ 9128-2013 [7] соответствуют ТУ 5718-001-53737504-03 (технические условия), а также соответствуют требованиям таблицы 4.

Категорически запрещается укладка при температуре приготовления наливной сероасфальтбетонной смеси выше 160 °С, а при температуре укладки выше 155 °С. Зависимость укладки наливной сероасфальтбетонной смеси от температуры воздуха приведена в таблице 5 [8].

Таблица 3. Физико-механические показатели 60/40 серобитума (содержание 40% серы, по сравнению с модификатором М1-3% серы)

№	Наименование	Единицы показателей	Измерения значения показателей			
			По ГОСТу	Фактическая стоимость битума	По серобитуму	ГОСТ серобитума фактическая величина
1	2	3	4	5	6	7
1	Глубина погружения иглы, 25 °С (по ГОСТ 11501-78)	0,1 мм	60-90	86	52	60
2	Температура размягчения (по ГОСТ 11501-73)	°С	не менее 47	50	68	53
3	Растяжимость, не менее 25 °С (по ГОСТ 11505-75)	см	не менее 55	60	32	47

В заключение можно сказать, что при применении на наших дорогах, для жаркого климата Республики Узбекистан, технологию литого сероасфальтобетона, можно повысить стойкость покрытия к высоким температурам при достижении дополнительной экономии, а в результате этого срок службы автомобильных дорог увеличится.

Таблица 4

№	Показатели свойств	Нормы типа смеси		Методы испытаний
		I	II	
1	Процент пористости минералов, % в объеме, не более	22	22	ГОСТ 12801-98
2	Водопоглощение, % в объеме, не более	0,5	1,0	
3	Предел прочности при сжатии при 50 °С, МПа, не менее	1,0	0,7	
4	Вязкость смеси при 150 °С, не менее	30	40	ТУ 400-24-158-89
5	Глубина прессования при 40 °С, в пределах	мм 1-5	3-7	
6	Предел прочности при изгибе при 0 °С, МПа, не менее (опционально)	7,0	6,0	ТУ 400-24-107-91
7	Модуль упругости при 0 °С, МПа, не более (опционально)	8,5	7,5	

Таблица 5

Температура воздуха, °С	30	20	15	10
Температура заливной сероасфальтбетонной смеси, °С	140	145	150	155

## Литература

1. А.Х.Уроков. "Технологии ремонта и технического обслуживания автомобильных дорог". (2019).
2. Садыков Ибрагим Салихович, Тилаков Сухроб Мухаммадиевич, М. А. Т. "Анализ зарубежного опыта применения литого сероасфальтбетона в условиях Узбекистана". Проблемы архитектуры и строительства 1, 35-37 (2022).
3. Н.Ахмад. "A laboratory Studio of the use of Sulfur in sand-asphalt mixes for flexible Pavement". 175 (1974).
4. Иванов Владимир Борисович, Валиев Тагир Шарифьянович, Козлов Валерий Семенович. "RU 2 452 748 K1 поможет получить серобитум". 1–11 (2012).
5. Василев Юрий Эммануилович, Мотин Николай Васильевич, Шубин Александр Николаевич. "RU 2 554 585 K2-возможность получения модифицированной серии". 1–7 (2015).
6. ГОСТ 22245-90. "Битумные нефтяники дорожают". 69–77 (1991).
7. ГОСТ 9128-2013. "Смеси асфальтобетонные, полимера асфальтобетонные, асфальтобетонные, полимера асфальтобетонные для автомобильных дорог и аэродромов". 1–54 (2019).
8. "ТУ 5718-001-53737504-03 Смеси сероасфальтобетонные литые и литые сероасфальтобетонные технические условия". 1–12 (2003).

УДК 625.85.06

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАЛОШУМНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО БИТУМА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СИНУСОИДАЛЬНЫХ НАГРУЗОК

Р. А. Пахолак

Белостокский технический университет,  
ул. Wiejska 45E, 15-333, г. Белосток, Республика Польша, r.pakholak@doktoranci.pb.edu.pl

Целью данного исследования является оценка поведения асфальтобетонных смесей с пониженным уровнем шума на воздействие синусоидальных нагрузок методом ИТ-СУ (*Indirect Tension - Cylindrical specimen*). Результаты, полученные при помощи данного метода, имеют высокую корреляцию с результатами в реальных условиях. Исследование показало, что каждый из модификаторов увеличивает модуль жесткости малошумных асфальтобетонных смесей во всем диапазоне анализируемых температур, тем самым продлевая долговечность дорожного покрытия.

**Ключевые слова:** модифицированный битум, резиновая крошка, сополимер СБС, модуль жесткости.

Постоянное развитие техники и технологий увеличивает нагрузку на автомобильные дороги и вносит свой негативный вклад в воздействие транспорта на окружающую среду [1]. При высоких скоростях движения транспортного средства (более 50 км/ч) шум в значительной степени создается вблизи плоскости контакта шины с поверхностью покрытия [2]. На него влияют тип и состояние дорожного покрытия, используемые