

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (33), 2024

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ И МОСТЫ

Издается с 2008 г. Выходит один раз в 6 месяцев

• В НОМЕРЕ

- ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ
 - ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ
 - ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
- 
- СТАНДАРТИЗАЦИЯ
 - НАШИ ЮБИЛЯРЫ



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



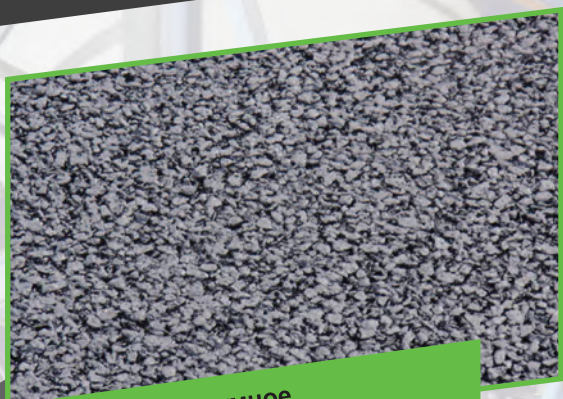
Республиканское дочернее унитарное предприятие
«Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ»



Производственный участок
государственного предприятия
«БелдорНИИ»

УНП 190893882

МАДИКОР



Вяжущее резинобитумное гранулированное марки РБВ-Г

Для приготовления асфальтобетонных смесей
при строительстве, реконструкции и ремонте дорожных
и аэродромных верхних слоев асфальтобетонных покрытий



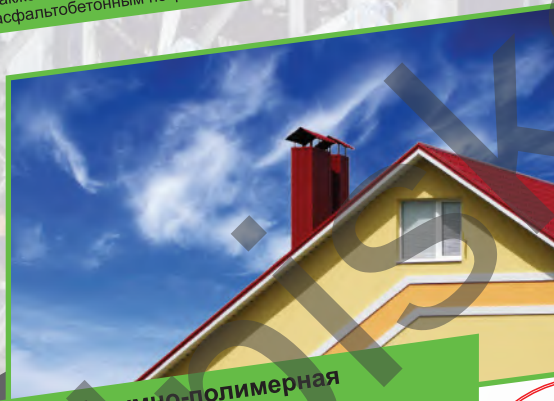
Мастика герметизирующая битумно-эластомерная МГБЭ Ш-75

Для заполнения температурных продольных и поперечных
деформационных швов в покрытиях дорог и аэродромов,
а также швов сопряжения между цементобетонным
и асфальтобетонным покрытием с использованием грунтовок



Мастика битумно-полимерная изоляционная «Мадикор-90»

Для защиты от подземной и атмосферной коррозии наружной
поверхности стальных магистральных трубопроводов,
защиты трубопроводов и нефтебаз, устройства защитных
покрытий стальных трубопроводов



Мастика битумно-полимерная горячая МБПГ

Для устройства защиты мастичных слоев кровель,
наклеивания рулонных кровельных и гидроизоляционных
материалов, ремонта рулонных и мастичных слоев
гидроизоляции строительных конструкций, зданий,
сооружений, в том числе и дорожных сооружений



223335, Минская обл.,
Березинский р-н, д. Мартяновка



+375 17 259 83 91



marketing@beldornii.by

Мы всегда готовы
сотрудничать с Вами!

Применяется для грунтовки
ремонтируемой поверхности
асфальтобетонных покрытий
при ямочном ремонте

Состоит из органических
вяжущих и добавок,
улучшающих сцепление
асфальтобетонных смесей
с ремонтируемой
поверхностью

Применяется
при температуре
воздуха до минус 20 °C



НОВИНКА!

Научные публикации / Scientific publications

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ / ROAD DESIGN, CONSTRUCTION, RECONSTRUCTION, REPAIRING AND MAINTENANCE

- 6 **В. В. Петрусевич**
Основные принципы системы
организации
профилактической обработки
в рамках выполнения
технологических процессов
текущего содержания
автомобильных дорог
V. V. Petrusевич
Basic principles of the organization
system preventive treatment within
the framework of implementation
of technological processes of current
maintenance of highways

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ / ROAD CONSTRUCTION MATERIALS, STRUCTURES AND METHODS

- 14 **С. А. Тимофеев,
Д. В. Кошелев, Л. Р. Мытько**
Исследование традиционных
для Республики Беларусь
асфальтобетонных смесей
на соответствие эксплуатационным
требованиям системы объемно-
функционального проектирования
**S. A. Timofeev,
D. V. Koshelev, L. R. Mytko**
Research of traditional asphalt
concrete mixtures for the Republic
of Belarus for compliance
with performance requirements
of a volume-functional design system

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ И МОСТЫ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ № 1 (33), 2024

Издается с 2008 г. Выходит один раз в 6 месяцев

Официальное информационное издание
Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь
Учредитель – республиканское дочернее унитарное предприятие
«Белорусский дорожный научно-исследовательский институт
«БелдорНИИ»

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Бусел А.В. – доктор технических наук, председатель редакционной коллегии;
Глазко Г.В. – заместитель председателя редакционной коллегии;
Старостина О.И. – кандидат химических наук,
заместитель председателя редакционной коллегии.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Ахмедов К. М. – доктор технических наук;
Бабицкий В. В. – доктор технических наук;
Батяновский Э. И. – доктор технических наук;
Безоян Э. К. – доктор технических наук;
Богданович С. В. – кандидат технических наук;
Бусел А. В. – доктор технических наук;
Вавилов А. В. – доктор технических наук;
Вайтович О. М. – кандидат технических наук;
Васильев Ю. Э. – доктор технических наук;
Веренько В. А. – доктор технических наук;
Гречухин В. А. – кандидат технических наук;
Гусев Д. Е. – кандидат технических наук;
Капский Д. В. – доктор технических наук;
Карабаев А. М. – кандидат технических наук;
Ковалев Я. Н. – доктор технических наук;
Кравченко С. Е. – кандидат технических наук;
Ляхевич Г. Д. – доктор технических наук;
Мытько Л. Р. – кандидат технических наук;
Насковец М. Т. – кандидат технических наук;
Романюк В. Н. – доктор технических наук;
Шаповалов В. М. – доктор технических наук;
Шевчук В. В. – доктор химических наук;
Шумчик В. К. – кандидат технических наук;
Яглов В. Н. – доктор химических наук.

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

Пилатов В.М. – директор предприятия, главный редактор;
Кабак С.В. – начальник отраслевой дорожной лаборатории,
заместитель главного редактора;
Вайтович О.М. – кандидат технических наук, научный редактор;
Нестер С.В. – начальник отдела маркетинга и информационного обеспечения;
Шешко И.Г. – ответственный редактор;
Коротыш А.А. – компьютерная верстка и дизайн обложки.

Адрес редакции и типографии:

220073, г. Минск, 4-й Загородный пер., 60
Тел./факс (017) 242 92 94
Тел. (017) 207 25 41; (017) 259 83 93
E-mail: jurnal_dorogi@beldornii.by
www.beldornii.by

Подписные индексы:

009152 (ведомственный)
00915 (индивидуальный)

Подписано в печать 26.06.2024.
Тираж 100 экз. Заказ № 31.
ЛП № 02330/443 от 04.12.2013

© Ответственность за содержание
рекламных материалов
и объявлений несет рекламодатель.

Редакция оставляет за собой право редакционной правки публикуемых материалов. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. За достоверность информации, приведенной в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Любое использование материалов издания возможно только с письменного согласия редакции и со ссылкой на журнал. Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь (свидетельство от 31.03.2009 № 179), включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по научному направлению «Строительство и эксплуатация дорог и мостов» (технические науки) приказом ВАК Республики Беларусь от 06.02.2024 № 30 (с изменениями, внесенными приказами ВАК от 29.02.2024 № 50, от 28.03.2024 № 82, от 03.05.2024 № 109, от 23.05.2024 № 124).

© Республиканское дочернее унитарное предприятие
«Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ»

20

В. Х. Махсум, А. В. Бусел

Коррозионная стойкость асфальтобетонов для высокогорных условий Таджикистана

V. H. Makhsum, A. V. Busel

Corrosion resistance of asphalt concrete for high-altitude conditions of Tajikistan

29

А. А. Афанасенко

Оптимизация зернового состава мелкозернистых асфальтобетонных смесей каркасной структуры по критерию максимальной плотности

A. A. Afanasenko

Optimization of the grain composition of fine-grained asphalt concrete mixes with frame structure based on the maximum density criterion

35

С. А. Тимофеев, С. Е. Кравченко

Пути оптимизации состава пористого асфальтобетона

S. A. Timofeev, S. E. Kravchenko

Ways to optimize the composition of porous asphalt concrete

45

Ю. Г. Бабаскин, С. Н. Соболевская

Совершенствование структуры дорожных композитных материалов

Yu. G. Babaskin, S. N. Sobolevskaya

Improving the structure road composite materials

50

А. В. Устинович, В. А. Гречухин

О назначении поправочного коэффициента для радиально-прессованного бетона и его экономическое значение

A. V. Ustinovich, V. A. Grechukhin

On the purpose of the correction factor for radial pressed concrete and its economic importance

59

С. А. Жданок, Ю. Г. Алексеев, П. П. Самцов, А. А. Афанасенко, П. П. Яцевич, А. В. Корончик, Лю Тинго, Ли Чжуньюй

Углеродные наноматериалы: перспективы применения в контексте дорожного строительства

S. A. Zhdanok, Yu. G. Alekseev, P. P. Samtsov, A. A. Afanasenko, P. P. Yatsevich, A. V. Koronchik, Liu Tingguo, Li Zhongyu

Carbon nanomaterials: perspectives on application in road construction

66

Е. Н. Меркушов

Сравнительный анализ результатов статических испытаний опытных бетонных конструкций, армированных стеклокомпозитной арматурой, с действующими методиками расчета

E. N. Merkushov

Comparative analysis of the results of static tests of experimental concrete structures reinforced with glass composite reinforcement with current calculation methods

- 77 **В. А. Ходяков**
Динамическая добавка к статической транспортной нагрузке и резонанс пролетного строения мостовых сооружений
V. A. Khodyakov
Dynamic addition to the static transport load and bridge structures span resonance
- 85 **Л. В. Гулицкая, Д. Е. Гусев, О. С. Шиманская**
Учет работы нежестких опорных частей при пространственной работе пролетных строений автодорожных мостов
L. V. Gulitskaya, D. E. Gusev, O. S. Shimanskaya
Accounting for the work of non-rigid supporting parts during the spatial work of road bridge spans
- 93 **Н. М. Прибыльская**
Металлический защитный экран на основе элементов из листового проката
N. M. Pribilskaya
Metal shields based on sheet metal elements

ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ / ROAD TRAFFIC CONTROL AND SAFETY

- 98 **Е. П. Ходан, С. В. Кабак, С. Е. Кравченко, Е. М. Жуковский**
Определение оптимальной нормы расхода противогололедных реагентов с учетом их физико-механических характеристик и фактической шероховатости дорожного асфальтобетонного покрытия
E. P. Khodan, S. V. Kabak, S. E. Kravchenko, E. M. Zhukovsky
Determination of the optimal consumption rate of deicing reagents taken into account of their physical and mechanical characteristics and the actual roughness of the road asphalt concrete covering

СТАНДАРТИЗАЦИЯ / STANDARDIZATION

- 105 **Технические нормативные правовые акты, утвержденные Министерством транспорта и коммуникаций, действующие в дорожном хозяйстве по состоянию на 30.06.2024**
Actual road technical standard approved by the Ministry of Transport and Communications, legal in the road sector on 30.06.2024

НАШИ ЮБИЛЯРЫ / PERSONS WHOSE JUBILEE CELEBRATED

- 110 **Антон Владимирович Вавилов (к 75-летию со дня рождения)**
Anton Vladimirovich Vavilov (on his 75th birthday)

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В РАМКАХ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕКУЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

BASIC PRINCIPLES OF THE ORGANIZATION SYSTEM PREVENTIVE TREATMENT WITHIN THE FRAMEWORK OF IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF CURRENT MAINTENANCE OF HIGHWAYS

В. В. Петрусевич,
магистр технических
наук, преподаватель
УО «Белорусский
государственный
университет транспорта»,
г. Гомель,
Республика Беларусь

На протяжении последних 15 лет отмечается значительный рост парка автотранспортных средств в Республике Беларусь, а, следовательно, и интенсивности движения на автомобильных дорогах. Увеличение транспортной нагрузки в сочетании с негативным воздействием природно-климатических факторов приводит зачастую к преждевременному разрушению асфальтобетонных покрытий. Несвоевременное выполнение ремонтных мероприятий, несоблюдение технологических режимов усугубляют складывающуюся неблагоприятную ситуацию.

Автором разработан гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, который является одним из возможных вариантов их защиты от преждевременного разрушения.

В статье выполнен обзор состояния проблемы профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия за рубежом и в Республике Беларусь, представлен анализ проведенных мероприятий по внедрению разработанного гидрофобного состава для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог на объектах транспортной инфраструктуры. Исходя из данных, полученных в результате проведенной производственной апробации, предложена Система организации профилактической обработки, которая будет направлена на предотвращение разрушений асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог и основана на мониторинге технического состояния объекта контроля, планировании, организации, реализации и управлении профилактическими и ремонтными мероприятиями с использованием навигационного оборудования и программного обеспечения, делающего возможной оптимизацию затрат и дефектов дорожного покрытия.

Ключевые слова: профилактика разрушений асфальтобетонного покрытия, состав гидрофобный профилактический, система профилактической обработки.

Over the past 15 years, there has been a significant increase in the fleet of vehicles in the Republic of Belarus, and, consequently, in the intensity of traffic on roads. An increase in transport load, combined with the negative impact of natural and climatic factors, often leads to premature destruction of asphalt concrete pavements. Untimely implementation of repair measures and non-compliance with technological regimes aggravate the current unfavorable situation.

The author has developed a hydrophobic composition for the preventive treatment of asphalt concrete pavements of highways, which is one of the possible options for protecting them from premature destruction.

The article provides a review of the state of the problem of preventing the destruction of asphalt concrete pavements abroad and in the Republic of Belarus, and presents an analysis of the measures taken to implement the developed hydrophobic composition for the preventive treatment of asphalt concrete pavements of highways at transport infrastructure facilities. Based on the data obtained as a result of production testing, a system for organizing preventive treatment has been proposed, which will be aimed at preventing destruction of asphalt concrete pavement of highways and is based on monitoring the technical condition of the control object, planning, organization, implementation and management of preventive and repair measures using navigation equipment and software that makes it possible to optimize costs and road surface defects.

Key words: *prevention of destruction of asphalt concrete pavement, hydrophobic preventive composition, preventive treatment system.*

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь для защиты асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог от разрушающих его воздействий различных факторов необходима разработка и внедрение новых материалов и технологий. С этой целью разработан состав гидрофобный профилактический ПРОТЕКТ-01 (далее – СГП) [1], который применяется согласно ТУ BY 192670194.002-2019 [2]. Состав позволяет создавать на поверхности асфальтобетона защитный слой, препятствующий проникновению в его объем воды в осенний, зимний и весенний периоды эксплуатации, когда имеется значительное количество переходов температуры дорожного покрытия через 0 °C [3], [4].

В статье проведен анализ состояния объектов, на которых выполнена обработка согласно [2], позволяющий более детально взглянуть на технологические аспекты и уточнить возможность внедрения

профилактической обработки в процессы текущего содержания автомобильных дорог.

Цель работы – на основании рассмотрения состояния проблемы профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия за рубежом и в Республике Беларусь, а также проведенных мероприятий по внедрению разработанного состава предложить Систему организации профилактической обработки, которая содержит комплекс мероприятий, направленных на предотвращение разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ РАЗРУШЕНИЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Назначение ремонтных мероприятий на автомобильных дорогах общего пользования в Республике Беларусь производится на основании оценки их фактического транспортно-эксплуатационного состояния [5], [6]. Планирование ремонтных мероприятий осуществляется на основании материалов ежегодных сезонных осмотров. При этом вид ремонтного мероприятия назначается по выявленным несоответствиям фактических значений прочности дорожной одежды, дефектности, ровности дорожного покрытия, глубины колеи, коэффициента сцепления шины с поверхностью покрытия нормируемым требованиям. Классификация и вид работ, выполняемых при капитальном и текущем ремонте, устанавливается согласно [7, с. 3–11].

Согласно ТКП 604 [8], ТКП 140 [9], СТБ 1566 [10] в Республике Беларусь по результатам диагностики и оценки состояния дорог выявляют участки, не соответствующие нормативным требованиям к их транспортно-эксплуатационному состоянию, а руководствуясь классификацией работ, выполняемых при капитальном и текущем ремонте согласно [7, с. 3–11], технологиями выполнения работ согласно ТКП 094 [11] и ТКП 059.1 [12] и типовыми конструкциями дорожных одежд, определяют виды ремонта.

Далее при назначении ремонтных мероприятий реализуются различные стратегии выполнения в зависимости от сроков, объемов финансирования и классификации ремонтов: стратегия первоочередных ремонтов; стратегия соблюдения нормативных требований; поддерживающая стратегия; стратегия отсрочки ремонтов. При этом существующая в Республике Беларусь методика не содержит мероприятий, направленных на профилактику разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги, которые возможно спрогнозировать исходя из известных сроков его службы.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ
РАЗРАБОТАННОГО ГИДРОФОБНОГО
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО СОСТАВА
ПРОТЕКТ-01

Решить указанную выше задачу возможно с помощью выполнения профилактической обработки асфальтобетонного покрытия СГП. Состав, температура которого около 70 °С, распределяется на сухое и чистое асфальтобетонное покрытие автогудронатором АРБ-7. Предлагаемая технология прошла производственную апробацию в соответствии с [2] на участке автомобильной дороги четвертой технической категории Н-4321 Стрешин – Нижняя Олба протяженностью 2000 м и на участке подъездной автомобильной дороги к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда протяженностью 1850 м.

Выполненные исследования влияния СГП на физико-механические свойства материалов асфальтобетонных покрытий [3], а также анализ проникающей способности СГП, которую определяли по результатам трех испытаний и фиксировали на внешней части керна, а после его разрушения – на внутренней (рис. 1), показали, что СГП оптимально работает по защите асфальтобетонного покрытия, когда имеет рецептуру согласно таблице 1. Именно его применяли в ходе производственных апробаций.

В результате проведения обследования участка автомобильной дороги четвертой технической категории Н-4321 Стрешин – Нижняя Олба серьезных дефектов асфальтобетонного покрытия не выявлено, однако установлено, что имели место незначительные очаги шелушения и выкрашивания. Для дальнейшей эксплуатации указанного опытного

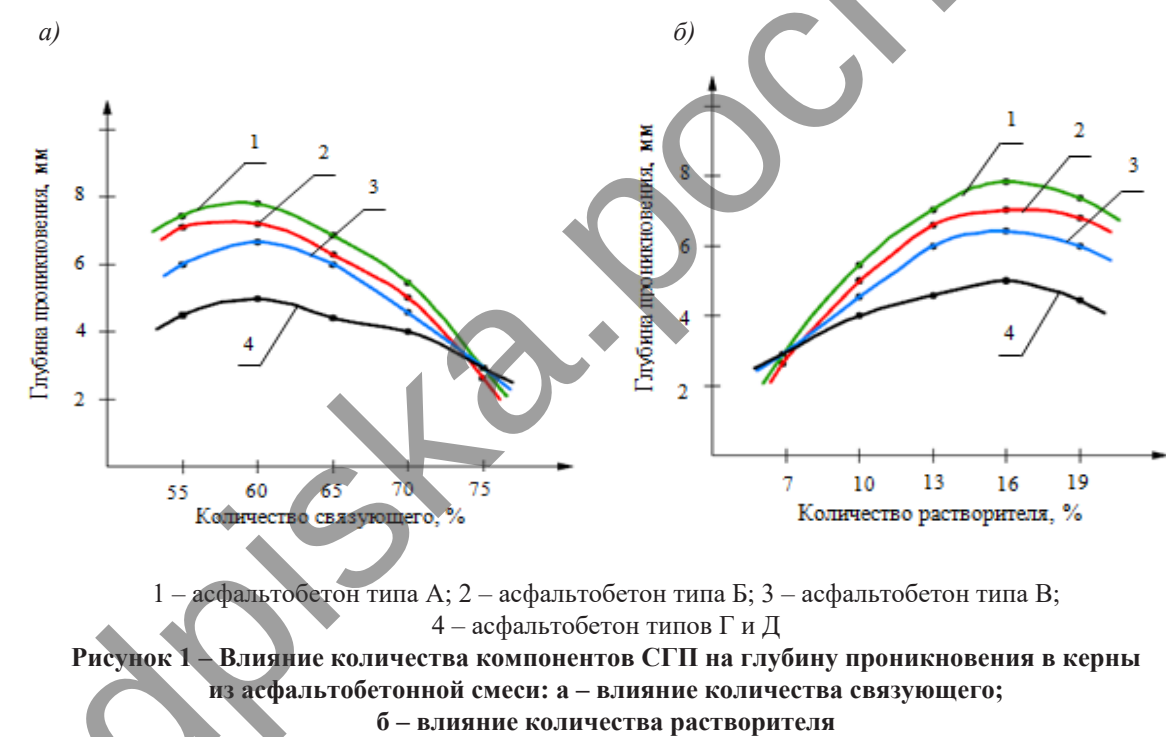


Таблица 1 – Рецептуры СГП

Наименование компонента	Номер рецептуры	
	1	2
Связующее (шлам от очистки резервуаров), мас. %	65	70
Минеральный наполнитель, мас. %	12	10
Растворитель, мас. %	13	10
Гидрофобизатор, мас. %	10	10

участка автомобильной дороги были разработаны рекомендации по выполнению профилактической обработки покрытия, устроенного из асфальтобетона типа В, СГП (рецептура № 2) согласно [2]. Рекомендации были реализованы на практике.

Технологические режимы распределения:

- ширина распределения СГП – 6,5 м;
- норма распределения – 0,5–0,7 л/м²;
- протяженность обработанного участка – 2000 м;
- температура окружающей среды при распределении СГП – 25 °С;
- температура дорожного покрытия при распределении СГП – 30 °С.

Обследование участка подъездной автомобильной дороги к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда серьезных дефектов асфальтобетонного покрытия также не выявило. Для дальнейшей эксплуатации указанного

опытного участка автомобильной дороги были разработаны рекомендации по выполнению профилактической обработки покрытия, устроенного из асфальтобетона типа В, СГП (рецептура № 1) согласно [2].

Технологические режимы распределения:

- ширина распределения состава – 3,5 м;
- норма распределения состава – 0,5–0,7 л/м²;
- протяженность обработанного участка – 1850 м;
- температура окружающей среды при распределении состава – 7,5 °С;
- температура дорожного покрытия при распределении состава – 7,0 °С.

Итоговая схема получения и применения СГП при проведении профилактической обработки асфальтобетонных покрытий на рассмотренных выше объектах транспортной инфраструктуры представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Итоговая схема получения и применения СГП

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЖИДАЕМОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ СГП

Определение экономической эффективности от реализации проектов по применению СГП отражено в ряде работ [13, с. 340–346], [14, с. 4–8]. В расчетах учитываются затраты на строительство и реконструкцию дорожного объекта; затраты на содержание дорожного объекта; затраты, связанные с текущим и капитальным ремонтом покрытия в течение расчетного периода; косвенные эффекты, возникающие в ходе реализации профилактической обработки.

При реализации профилактической обработки прибыль, которую принесет проект при его реализации, рассчитывается по формуле

$$\Pi_{\text{проф}} = C - 3_{\text{проф}}, \quad (1)$$

где C – укрупненные затраты на текущий ремонт 1 км асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги по категориям за 1 год, руб.;

$3_{\text{проф}}$ – суммарные укрупненные затраты на текущий ремонт 1 км асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги по категориям за 1 год с учетом внедрения профилактической обработки, руб.;

$$3_{\text{проф}} = C_1 + C_{\text{проф}} + C_{\text{э}}, \quad (2)$$

C_1 – укрупненные затраты на текущий ремонт 1 км асфальтобетонного покрытия, обработанного СГП, руб.;

$C_{\text{проф}}$ – стоимость СГП на 1 км по категориям дороги, руб.;

$C_{\text{э}}$ – стоимость 1 маш.-ч автогудронатора, руб.

Межремонтный период для обработанного профилактическим составом асфальтобетонного покрытия определим согласно методике, приведенной в [15, с. 18–23]:

$$T_{\text{обр}} = T_{\text{н}} (P_{\text{тр}} / P_{\text{н}})^M, \quad (3)$$

где $T_{\text{н}}$ – нормативная периодичность текущего ремонта;

$P_{\text{тр}}$ – требуемый уровень надежности;

$P_{\text{н}}$ – уровень надежности, при котором обеспечивается нормативный срок службы покрытия, $P_{\text{н}} = 0,8–0,9$;

M – показатель, зависящий от типа дорожной одежды, $M = 1,0–1,3$.

Требуемый уровень надежности определим по формуле

$$P_{\text{тр}} = \sqrt[N]{P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_N}, \quad (4)$$

где N – количество определенных уровней надежности;

P_N – уровень надежности по определенному показателю.

Для асфальтобетонного покрытия, обработанного СГП, определим следующие уровни надежности.

1. Уровень надежности по коэффициенту морозостойкости [3]:

$$K_{\text{мрз}} = \frac{K_{\text{мрз проф}}}{K_{\text{мрз чис}}}, \quad (5)$$

где $K_{\text{мрз проф}}$ – коэффициент морозостойкости асфальтобетона, обработанного СГП, $K_{\text{мрз проф}} = 0,90$;

$K_{\text{мрз чис}}$ – коэффициент морозостойкости необработанного асфальтобетона, $K_{\text{мрз чис}} = 0,81$.

Тогда $K_{\text{мрз}} = 1,11$, а соответствующий ему уровень надежности $P_1 = 0,91$ [3].

2. Уровень надежности по показателю водонасыщения:

$$K_{\text{вод}} = \frac{K_{\text{вод чис}}}{K_{\text{вод проф}}}, \quad (6)$$

где $K_{\text{вод чис}}$ – показатель водонасыщения необработанного асфальтобетона типа В, $K_{\text{вод чис}} = 2,0$;

$K_{\text{вод проф}}$ – показатель водонасыщения асфальтобетона типа В, обработанного СГП, $K_{\text{вод проф}} = 1,6$.

Тогда $K_{\text{вод}} = 1,25$, соответствующий ему уровень надежности $P_2 = 0,94$.

С учетом полученных значений $P_{\text{тр}} = 0,93$.

Межремонтный период для асфальтобетонного покрытия, обработанного СГП,

$$T_{\text{обр}} = T_{\text{н}} (0,93 / 0,8) 1,3 = 1,22 T_{\text{н}}. \quad (7)$$

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ВНЕДРЕНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СГП НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Контрольный осмотр и периодические наблюдения после проведения обработки в течение осенне-зимне-весеннего периода показали:

- для обработанного СГП в 2019 году участка автомобильной дороги четвертой технической категории Н-4321 Стрешин – Нижняя Олба отменено устройство однослойной поверхностной обработки, запланированное на 2020 год;

- для обработанного СГП в 2023 году участка подъездной автомобильной дороги к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда не запланированы работы по текущему содержанию на 2024 год.

Исходя из данных, полученных в результате проведения производственных апробаций, предложена Система организации профилактической обработки, которая направлена на предотвращение разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог и основана на мониторинге технического состояния объекта контроля, планировании, организации, реализации и управлении профилактическими и ремонтными мероприятиями с использованием навигационного оборудования и программного обеспечения. Это даст возможность сократить затраты, снизить количество дефектов, увеличить межремонтные сроки эксплуатации асфальтобетонных покрытий.

Предлагаемая Система включает:

1. Комплексную диагностику состояния асфальтобетонного покрытия:

- осмотр с помощью технических средств дорожной сети региона;
- анализ эксплуатационного состояния покрытий.

2. Подбор технологических режимов обработки асфальтобетонного покрытия:

- подбор рецептур СГП;
- выбор параметров обработки;
- настройка системы управления универсального распределителя.

3. Выполнение обработки (распределение состава) по описанным ранее алгоритмам.

Пример предполагаемого влияния системы организации профилактической обработки на срок службы асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги представлен на рисунке 3.

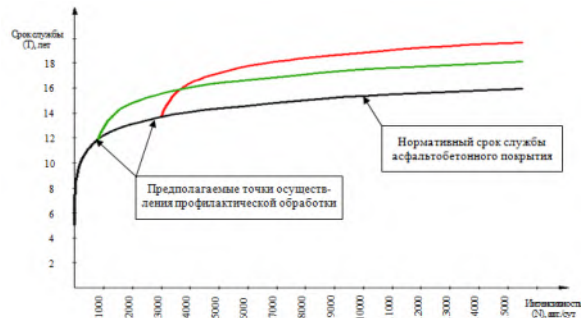


Рисунок 3 – Предполагаемое влияние системы организации профилактической обработки на срок службы асфальтобетонного покрытия

Профилактическая обработка СГП выполняется на основе распределительной системы автогудронатора типа АРБ-7. В распределителях данной системы установлены форсунки, управляемые (открываемые и закрываемые) поворотом пробок, которые закреплены на рейках, перемещаемых посредством пневмокамер. Сжатый воздух поступает в пневмокамеры из пневмосистемы базового шасси или гидроцилиндров. Дополнение указанных приборов распределительной системы, а также привода насоса подачи вяжущего интеллектуальной системой управления, задания и контроля параметров распределения дорожно-строительных материалов позволит обеспечить требуемую норму их распределения, не зависящую от скорости движения.

Дополнение рассмотренного способа управления автоматической системой регулирования ширины распределения позволяет рассматривать комплексную автоматизацию технологического процесса. Реализация данной системы на единице спецтехники с установленным на нее набором навигационно-связного оборудования представляет собой установку не только для качественного выполнения дорожно-строительных работ, но и для контроля за их выполнением (рис. 4) [16].



Рисунок 4 – Реализация автоматизированной системы мониторинга (на примере автогудронатора)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны технические условия на состав гидрофобный профилактический ПРОТЕКТ-01 для выполнения профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Предлагаемая технология профилактической обработки асфальтобетонного покрытия прошла производственную апробацию на участке автомобильной дороги четвертой технической категории Н-4321 Стрешин – Нижняя Олба протяженностью 2000 м и на участке подъездной автомобильной дороги к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда протяженностью 1850 м.

Разработаны и теоретически обоснованы основные принципы Системы организации профилактической обработки в рамках выполнения технологических процессов текущего содержания автомобильных дорог, основанные на мониторинге технического состояния объекта контроля, планировании, организации, реализации и управлении профилактическими и ремонтными мероприятиями с использованием навигационного оборудования и программного обеспечения, делающего возможным оптимизацию баланса затрат и дефектов дорожного покрытия и позволяющие прогнозировать при периодической системной обработке увеличение срока службы асфальтобетонного покрытия в 1,2–1,5 раза.

Теоретически и экспериментально установлена взаимосвязь технологических режимов распределения СГП с конструктивными особенностями и техническими характеристиками распределительного устройства, что позволило разработать модернизированную конструкцию устройства для распределения и с помощью моделирования определить и оптимизировать его технические и эксплуатационные характеристики в зависимости от параметров технологического процесса профилактической обработки. Установлено влияние рецептуры СГП, его характеристик и нормы распределения на величину водонасыщения асфальтобетона, позволяющее оптимизировать технологический процесс и режимы обработки.

Список использованной литературы

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог : пат. ВУ 24097 / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич. – Оpubл. 30.10.2023.
2. Состав гидрофобный профилактический ПРОТЕКТ-01. Технические условия : ТУ ВУ 192670194.002-2019. – Введ. 03.10.2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2019. – 29 с.
3. Петрусевич, В. В. Исследование влияния состава гидрофобного профилактического «ПРОТЕКТ-01» на физико-механические свойства материалов асфальтобетонных покрытий / В. В. Петрусевич // Наука и техника. – 2023. – № 4. – С. 294–300.
4. Бочкарев, Д. И. Исследование влияния профилактической обработки на эксплуатационные и физико-механические свойства материалов автодорожных покрытий / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич // Горная механика и машиностроение. – 2018. – № 2. – С. 82–88.
5. Ковалев, Я. Н. Активационные технологии дорожных композиционных материалов: научно-практические основы : монография / Я. Н. Ковалев. – Минск : Бел. Энцикл., 2002. – 334 с.
6. Леонович, И. И. Анализ причин возникновения трещин в дорожных покрытиях и критерии их трещиностойкости / И. И. Леонович, И. С. Мельникова // Строительная наука и техника. – 2011. – № 4. – С. 37–41.
7. Об установлении классификации работ по реконструкции, эксплуатации (содержанию и текущему ремонту), капитальному ремонту автомобильных дорог [Электронный ресурс] : постановление М-ва трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь от 19 июня 2019 г. № 35 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934301&p1=1>. – Дата доступа: 02.04.2024.
8. Автомобильные дороги. Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания : ТКП 604-2017 (33200). – Введ. 01.09.2017. – Минск, 2017. – 64 с.
9. Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики : ТКП 140-2015 (33200). – Введ. 01.03.2016. – Минск, 2016. – 68 с.
10. Дороги автомобильные. Методы испытаний : СТБ 1566-2005. – Введ. 01.07.2006. – Минск, 2006. – 50 с.
11. Автомобильные дороги. Правила устройства асфальтобетонных покрытий и защитных слоев : ТКП 094-2021 (33200). – Введ. 01.07.2021. – Минск, 2021. – 24 с.
12. Автомобильные дороги. Правила устройства : ТКП 059.1-2020 (33200). – Введ. 01.09.2020. – Минск, 2020. – 68 с.

13. Леонович, И. И. Содержание и ремонт автомобильных дорог : учеб. пособие / И. И. Леонович. – Минск : БНТУ, 2003. – 470 с.

14. Методические рекомендации по оценке эффективности научных, научно-технических и инновационных разработок и их внедрения [Электронный ресурс] : постановление ГКНТ Респ. Беларусь от 20 апреля 2017 г. № 9 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.

15. Веренько, В. А. Надежность дорожных одежд : пособие / В. А. Веренько. – Минск : БГПА, 2002. – 120 с.

16. Способ обеспечения работы системы управления дозированием жидких дорожно-строительных материалов : заявка № а 202202216: Е 01С 19/26 / В. В. Петрусевич, П. А. Кацубо, Р. Ю. Долманюк. – № а 202202216; заявл. 12.09.2022.

Статья поступила в редакцию 09.04.2024.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА СООТВЕТСТВИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ СИСТЕМЫ ОБЪЕМНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

RESEARCH OF TRADITIONAL ASPHALT CONCRETE MIXTURES FOR THE REPUBLIC OF BELARUS FOR COMPLIANCE WITH PERFORMANCE REQUIREMENTS OF A VOLUME-FUNCTIONAL DESIGN SYSTEM

С. А. Тимофеев,
начальник отдела
республиканского
дочернего унитарного
предприятия «Белорусский
дорожный научно-
исследовательский
институт «БелдорНИИ»,
г. Минск, Республика
Беларусь

Д. В. Кошелев,
заместитель начальника
отдела республиканского
дочернего унитарного
предприятия «Белорусский
дорожный научно-
исследовательский
институт «БелдорНИИ»,
г. Минск, Республика
Беларусь

Л. Р. Мытько,
кандидат технических
наук, профессор кафедры
«Автомобильные дороги»
факультета транспортных
коммуникаций
Белорусского
национального
технического
университета, г. Минск,
Республика Беларусь

В статье рассмотрены результаты исследований асфальтобетонов, традиционно применяемых для дорожного строительства в Республике Беларусь, по эксплуатационным показателям качества. Приведены результаты исследования устойчивости асфальтобетонов к образованию колеи методом прокатывания нагруженного колеса и коррозионной стойкости нормируемыми в Республике Беларусь и в Российской Федерации методами, которые различны.

Метод определения сдвигоустойчивости асфальтобетона по глубине колеи при непосредственном воздействии колесной нагрузки является наиболее информативным и отвечающим условиям работы асфальтобетона в покрытии. Адаптация данного метода испытаний к условиям Республики Беларусь, проведенная государственным предприятием «БелдорНИИ», позволяет учесть интенсивную транспортную нагрузку. В настоящее время ведутся работы по разработке национального стандарта «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса». Применение данного метода позволит повысить долговечность асфальтобетонных смесей при сохранении традиционных подходов при их выпуске.

Методы определения коррозионной стойкости, применяемые в отечественных нормативных документах, являются более информативными и соответствующими процессам коррозионного разрушения асфальтобетона в покрытии по сравнению с методом, применяемым в рамках системы объемно-функционального проектирования. Особенность белорусского климата с большим количеством переходов температуры через 0 °C и применение кислых горных пород для производства асфальтобетонных смесей делают нерациональным отказ от отечественных методов испытаний.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, асфальтобетон, эксплуатационные показатели качества, устойчивость к образованию колеи, коррозионная стойкость.

The article discusses the results of studies of asphalt concretes, traditionally used for road construction in the Republic of Belarus, in terms of operational quality indicators. The resistance of asphalt concrete to rutting using the method of rolling a loaded wheel and corrosion resistance when tested using methods standardized in the Republic of Belarus and the Russian Federation, which are different, have been studied.

The method for determining the shear resistance of asphalt concrete by rut depth under the direct influence of wheel load is the most informative and meets the operating conditions of asphalt concrete in the pavement. Adaptation of this test method to the conditions of the Republic of Belarus, carried out by the state enterprise BeldorNII, makes it possible to take into account the intensive transport load. Currently, work is underway to develop the national STB standard «Asphalt concrete mixtures for road, airfield and asphalt concrete. Method for determining resistance to rutting by rolling a loaded wheel». The use of this method will increase the durability of asphalt concrete mixtures while maintaining traditional approaches to their production.

Methods for determining corrosion resistance used in domestic regulatory documents are more informative and corresponding to the processes of corrosion destruction of asphalt concrete in the coating compared to the method used within the framework of the volumetric-functional design system. The peculiarity of the Belarusian climate with a large number of temperature transitions through 0 °C and the use of acidic rocks for the production of asphalt concrete mixtures makes it irrational to abandon domestic testing methods.

Key words: asphalt concrete mixture, asphalt concrete, performance indicators, rutting resistance, corrosion resistance.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение транспортной нагрузки на дорогах общего пользования увеличивает опасность возникновения пластических деформаций (колесобразования) асфальтобетонных дорожных покрытий и их разрушения, особенно в условиях коррозионного воздействия влаги и циклов замораживания-оттаивания [1]. Структура асфальтобетона определяется пространственным расположением минеральных зерен, когезионной прочностью битумного вяжущего и адгезионным взаимодействием на границе их контакта [2]. Правильный подбор гранулометрического состава, выбор требуемого вяжущего и определение его количества определяют эксплуа-

тационные свойства и долговечность этого дорожно-строительного материала. В связи с этим для повышения долговечности дорожных одежд необходимо на стадии проектирования состава асфальтобетона учитывать условия его работы в конструктивных слоях.

В настоящее время в Российской Федерации при подборе составов асфальтобетонных смесей применяется система объемно-функционального проектирования, отличающаяся от традиционного метода подбора, действующего в Республике Беларусь. К особенностям системы объемно-функционального проектирования можно отнести:

- получение состава асфальтобетонной смеси с заданными объемными свойствами, выраженными через показатели «содержание воздушных пустот» с узким коридором отклонения от нормируемого значения, «пустоты в минеральном заполнителе» и «отношение пыль/вяжущее». Для достижения нормируемых значений по совокупности данных показателей требуется применение минеральных материалов со стабильной (не меняющейся от партии к партии) гранулометрией – узких фракций щебня и мелкого заполнителя с ограниченным количеством пыли либо ее отсутствием;
- применение эмпирического метода оценки коррозионной стойкости, не моделирующего процессы коррозионного разрушения асфальтобетона;
- применение метода оценки сдвигоустойчивости асфальтобетона, максимально соответствующего реальным условиям эксплуатации дорожного покрытия, прокатыванием нагруженного колеса.

Применяемые в Республике Беларусь минеральные материалы обладают спецификой (отсутствует практика применения узких фракций щебня, отмечается повышенная запыленность и нестабильность состава отсева из материалов дробления горных пород по ТУ ВУ 200161167.003 [3], который является основным мелким заполнителем для производства асфальтобетонных смесей), что не позволяет получать асфальтобетоны с заданными объемными характеристиками. Традиционный метод подбора состава асфальтобетонных смесей предусматривает применение методов оценки коррозионной стойкости и сдвигоустойчивости, отличающихся от методов системы объемно-функционального проектирования.

В связи с вышеизложенным возникла необходимость изучения возможности получения асфальтобетонных смесей, соответствующих требованиям системы объемно-функционального проектирования по эксплуатационным показателям, но приготовленных с применением традиционных отечественных материалов.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ
АСФАЛЬТОБЕТОНОВ К ОБРАЗОВАНИЮ
КОЛЕИ ПО СТБ 1033-2016

Сдвигоустойчивость – одна из важнейших характеристик асфальтобетонного покрытия. Низкая сдвигоустойчивость асфальтобетона, возникающая вследствие неправильно подобранного состава, является одной из причин образования колеи на дорожном покрытии. Методы оценки сдвигоустойчивости асфальтобетона в Республике Беларусь согласно СТБ 1115 [4] являются косвенными, что не позволяет корректно оптимизировать составы асфальтобетонных смесей при их подборе.

В Российской Федерации в рамках системы объемно-функционального проектирования внедрен метод определения стойкости асфальтобетона к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса [5], максимально соответствующий реальным условиям эксплуатации дорожного покрытия. Требования к глубине колеи включены в российские нормативные документы, устанавливающие требования к асфальтобетонным смесям [6], [7]. При этом требования к глубине колеи предусмотрены как для щебеночно-мастичных смесей, так и для горячих смесей, применяемых на дорогах с высокой интенсивностью движения.

Ввиду отсутствия требований к асфальтобетонным смесям по величине глубины колеи в СТБ 1033 [8] были проведены исследования отечественных асфальтобетонных смесей по данному стандарту на соответствие требованиям российских нормативных документов. Исследования проводили для щебеночно-мастичных смесей (тип С) ЦМСт 20 – I/2,2, горячих асфальтобетонных смесей типа А ЦМАг 20 – I/2,7 и типа П (пористых) ЦМПг 20 – I/2,7, которые могут применяться для дорог с высокой интенсивностью движения в различных конструктивных слоях. Для щебеночно-мастичных смесей количество крупного заполнителя принималось равным 70 % и 80 %, что примерно соответствовало минимально и максимально допустимому значению.

Таблица 1 – Составы асфальтобетонных смесей

Тип смеси (номер состава)	Щебень фр. 8–16 мм	Щебень фр. 4–8 мм	Отсев дробления, %	Минераль- ный порошок, %	Битум БМА 70/100, %	РБВ-Г, %
С (№ 1)	50	20	22	8	5,4	1
С (№ 2)	68	12	12	8	5,2	0,8
А	43	20	32	5	4,3	-
П	40	60	40	-	4,1	-

Для приготовления асфальтобетонных смесей использовали щебень фр. 8–16 мм и фр. 4–8 мм по ГОСТ 32703 [9], отсев из материалов дробления горных пород по ТУ ВУ 200161167.003 [3], минеральный порошок по ГОСТ 32761 [10], битум дорожный 70/100 по СТБ EN 12591 [11], модифицирующую добавку РБВ-Г по СТБ 2302 [12].

Составы асфальтобетонных смесей для проведения испытаний представлены в таблице 1.

Глубину колеи определяли по методике ГОСТ Р 58406.3 [5] при помощи установки для испытания прокатыванием нагруженного колеса (рис. 1).



Рисунок 1 – Установка для испытания
прокатыванием нагруженного колеса

Температура испытания составляла $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$, количество прокатываний колеса по образцу – 20 000. Испытания проводили на образцах диаметром 150 мм, высотой 60 мм, изготовленных с помощью гираторного уплотнителя (рис. 2) по методике ГОСТ Р 58401.13 [13] при количестве оборотов гираторного уплотнителя, равном 100.



Рисунок 2 – Гираторный уплотнитель

Результаты определения глубины колеи представлены в таблице 2.

Таблица 2

Тип смеси (номер состава)	Фактическое значение показателя «глубина колеи», мм	Требования ГОСТ Р 58401.1 [6] и ГОСТ Р 58401.2 [7] для экстремально тяжелых условий движения транспорта
С (№ 1)	2,3	Не более 3,5
С (№ 2)	1,0	Не более 3,5
А	1,6	Не более 2,5
П	1,7	Не более 2,5

Результаты исследований, приведенные в таблице 2, показывают, что асфальтобетонные смеси типа С, типа А и типа П, приготовленные с применением отечественных материалов, по глубине колеи соответствуют требованиям нормативных документов по системе объемно-функционального проектирования.

**ИССЛЕДОВАНИЯ
КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ,
ТРАДИЦИОННЫХ
ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Под действием погодноклиматических факторов асфальтобетон разрушается главным образом при длительном или периодическом увлажнении, а также в результате попеременного замораживания и оттаивания. Это нашло свое отражение в отечественных методах определения коррозионной стойкости асфальтобетона. СТБ 1115 [4] при оценке коррозионной стойкости предусматривает определение коэффициента морозостойкости после 50 циклов замораживанияоттаивания и коэффициента водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде после 14 или 28 суток. Данные методы носят длительный характер и моделируют реальные процессы коррозионного разрушения асфальтобетона в покрытии.

В рамках системы объемнофункционального проектирования коррозионная стойкость оценивается по коэффициенту водостойкости при однократном замораживанииоттаивании с последующим выдерживанием в воде при температуре 60 °С в течение 24 часов. При этом количество воздушных пустот в образцах для определения коэффициента водостойкости соответствует не значению, полученному при подборе состава смеси, а максимально допустимому нормируемому значению данного показателя для асфальтобетона, уложенного в покрытие.

Исследования коррозионной стойкости проводили для асфальтобетонов, составы, которых приведены в таблице 1, по показателям «коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде после 28 суток» и «коэффициент морозостойкости после 50 циклов замораживанияоттаивания» по методике СТБ 1115 [4], а также коэффициент водостойкости TSR по методике ГОСТ Р 58401.18 [14].

Результаты определения коррозионной стойкости приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование показателя	Требования ГОСТ Р 58401.2 [7]	Требования ГОСТ Р 58401.1 [6]	Требования СТБ 1033 [8]	Тип смеси (номер состава)			
				С (№ 1)	С (№ 2)	А	П
				Фактическое значение показателя			
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении в агрессивной среде после 28 сут, не менее							
Тип С	-	-	0,80	0,95	0,93		
Тип А	-	-	0,75			0,88	
Тип П	-	-	Не нормируется				0,71
Коэффициент морозостойкости после 50 циклов замораживания-оттаивания, не менее	-						
Тип С	-	-	0,82	0,96	0,88		
Тип А	-	-	0,80			0,87	
Тип П	-	-	Не нормируется				0,59
Коэффициент водостойкости TSR, не менее	0,80	0,80	-	0,93	0,92	0,89	0,86

Результаты исследований, приведенные в таблице 3, показывают, что асфальтобетонные смеси типа С, типа А и типа П, приготовленные с применением отечественных материалов, по величине коэффициента водостойкости TSR соответствуют требованиям нормативных документов по системе объемно-функционального проектирования. При этом пористый асфальтобетон соответствует требованиям ГОСТ Р 58401.2 [7] по коррозионной стойкости, предъявляемым к щебеночно-мастичным асфальтобетонам. При испытании асфальтобетонов по методике СТБ 1115 [4] плотные асфальтобетоны типа С и типа А соответствуют требованиям СТБ 1033 [8] по показателям, характеризующим коррозионную стойкость, а пористый асфальтобетон не соответствует требованиям, предъявляемым к плотным асфальтобетонам и, соответственно, не может быть применен в верхнем слое покрытия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований было установлено, что применяемые в Республике Беларусь асфальтобетонные смеси типов С, А, П по СТБ 1033 [8], приготовленные с применением традиционных отечественных минеральных и вяжущих материалов, по эксплуатационным показателям соответствуют требованиям нормативных документов в рамках системы объемно-функционального проектирования.

Метод определения сдвигоустойчивости асфальтобетона по глубине колеи при непосредственном воздействии колесной нагрузки является наиболее информативным и отвечающим условиям работы асфальтобетона в покрытии. Адаптация данного метода испытаний к условиям Республики Беларусь, проведенная государственным предприятием «БелдорНИИ», позволяет учесть интенсивную транспортную нагрузку. В настоящее время ведутся работы по разработке национального стандарта «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса». Внесение требований по значению глубины колеи для асфальтобетонных смесей, выпускаемых по СТБ 1033 [8], позволит повысить долговечность данных смесей при сохранении традиционных подходов при их выпуске.

Методы определения коррозионной стойкости, применяемые в отечественных нормативных документах, являются более информативными и соответствующими процессам коррозионного разрушения асфальтобетона в покрытии по сравнению с методом, применяемым в рамках системы объемно-функционального проектирования. Особенность белорусского климата с большим количеством переходов температуры через 0 °С и применение кислых горных пород для производства асфальтобетонных смесей делают нерациональным отказ от отечественных методов испытаний.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веренько, В. А. Деформации и разрушения дорожных покрытий: причины и пути устранения / В. А. Веренько. – Минск : Бел. Энцикл. імя П. Броўкі, 2008. – 304 с.
2. Кириухин, Г. Н. Проектирование составов асфальтобетона / Г. Н. Кириухин, Е. А. Смирнов. – М. : Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 204 с.
3. Отсевы из материалов дробления горных пород : ТУ ВУ 200161167.003-2010 / РУПП «Гранит». – Микашевичи, 2010. – 8 с.
4. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний : СТБ 1115-2013. – Введ. 01.07.2014. – Минск, 2014. – 50 с.
5. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса : ГОСТ Р 58406.3-2020. – Введ. 01.06.2020. – М., 2020. – 12 с.
6. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования : ГОСТ Р 58401.1. – Введ. 01.06.2019. – М., 2019. – 22 с.
7. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования : ГОСТ Р 58401.2-2019. – Введ. 01.06.2019. – М., 2019. – 18 с.
8. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия : СТБ 1033-2016. – Введ. 01.01.2017. – Минск, 2016. – 44 с.
9. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования : ГОСТ 32703-2014. – Введ. 01.10.2016. – Минск, 2014. – 18 с.
10. Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Технические требования : ГОСТ 32761-2014. – Введ. 01.04.2017. – Минск, 2014. – 14 с.
11. Битумы дорожные. Технические требования : СТБ EN 12591-2010. – Введ. 01.08.2010. – Минск, 2010. – 22 с.
12. Вяжущее резинобитумное. Технические условия : СТБ 2302-2013. – Введ. 01.11.2013. – Минск, 2013. – 16 с.
13. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод приготовления образцов вращательным уплотнителем : ГОСТ Р 58401.13-2019. – Введ. 07.06.2019. – М., 2019. – 15 с.
14. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения водостойкости и адгезионных свойств : ГОСТ Р 58401.18-2019. – Введ. 07.06.2019. – М., 2019. – 11 с.

Статья поступила в редакцию 15.05.2024.