

Научная статья
УДК 625.75/.76
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-2-314-323>
EDN: DVMYMB



ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В.В. Петрусевич

Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Беларусь
petrusevichvvv@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Введение. На протяжении последних 20 лет значительно увеличивается парк автотранспортных средств в Республике Беларусь, а следовательно, и интенсивность движения на дорогах с пропорциональным ростом изнашивания и разрушения их покрытий. Потребность в защите асфальтобетонных покрытий от преждевременных разрушений диктует поиски новых технологических решений. Для эффективной защиты асфальтобетонных покрытий от комплексного воздействия воды и транспортных нагрузок в осенне-зимний и весенне-зимний период автором разработан и внедрен один из вариантов защиты асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги – обработка их составом гидрофобным профилактическим «Протект-01».

Материалы и методы. В исследованиях использованы теоретические и практические результаты внедрения разработанного состава гидрофобного профилактического.

Результаты. В статье представлены обзор состояния проблемы профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия за рубежом и в Республике Беларусь, анализ проведенных мероприятий по внедрению разработанного состава гидрофобного профилактического «Протект-01» на объектах транспортной инфраструктуры, а также исходя из полученных данных от проведенных производственных апробаций предложена «Система организации профилактической обработки», которая будет направлена на предотвращение начавшихся и перспективных разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог и будет основана на мониторинге технического состояния объекта контроля, планирования, организации, реализации и управлении профилактическими и ремонтными мероприятиями с использованием навигационного оборудования и программного обеспечения, делающего возможным оптимизацию баланса затрат и дефектов дорожного покрытия.

Выводы. Таким образом, на основании теоретического обоснования и результатов практических внедрений разработанного состава предлагаются:

- способ обеспечения работы системой управления жидких дорожно-строительных материалов, позволяющий исключить перерасход распределяемого вещества;
- «Система организации профилактической обработки», позволяющая увеличить срок службы асфальтобетонного покрытия в 1,2–1,5 раза.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: профилактика разрушений асфальтобетонного покрытия, состав гидрофобный профилактический, система профилактической обработки

Статья поступила в редакцию 11.01.2024; одобрена после рецензирования 26.02.2024; принята к публикации 22.04.2024.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Петрусевич В.В. Теоретическое обоснование системы организации профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог // Вестник СибАДИ. 2024. Т. 21, № 2. С. 314-323. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-2-314-323>

© Петрусевич В.В., 2024



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Origin article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-2-314-323>

EDN: DVMYMB

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF SYSTEM FOR ORGANISING PREVENTIVE TREATMENT OF ASPHALT CONCRETE ROAD PAVEMENTS

Vadim V. Petrushevich

Belarusian State University of Transport,

Gomel, Belarus

petrushevichvvv@gmail.com

ABSTRACT

Introduction. Over the past 20 years, the fleet of vehicles in the Republic of Belarus has increased significantly, and, consequently, the intensity of traffic on roads with a proportional increase in wear and tear of their surfaces. The need to protect asphalt concrete pavements from premature destruction dictates the search for new technological solutions. To effectively protect asphalt concrete pavements from the complex effects of water and traffic loads in the autumn-winter and spring-winter periods, the author has developed and implemented one of the options for protecting asphalt concrete pavements of a highway – treating them with a hydrophobic preventive Protekt-01 composition.

Materials and methods. The research used theoretical and practical results from the implementation of the developed hydrophobic prophylactic composition.

Results. The article presents an overview of the state of the problem of preventing destruction of asphalt concrete pavements abroad and in the Republic of Belarus, an analysis of the measures taken to implement the developed hydrophobic preventive Protekt-01 composition at transport infrastructure facilities, and also, based on the data obtained from production testing a 'System for organizing preventive treatment' has been proposed, which will be aimed at preventing the beginning and future destruction of the asphalt concrete pavement of highways and will be based on monitoring the technical condition of the control object, planning, organizing, implementing and managing preventive and repair measures using navigation equipment and software that makes it possible to optimize the balance of costs and road surface defects.

Originality. Thus, based on the theoretical substantiation and the results of practical implementation of the developed composition, the following are proposed:

- method for ensuring the operation of a control system for liquid road-building materials which enables to eliminate overconsumption of the distributed substance;
- 'System for organizing preventive treatment', which enables to increase the service life of asphalt concrete pavement by 1.2–1.5 times.

KEYWORDS: prevention of destruction of asphalt concrete pavement, hydrophobic preventive composition, preventive treatment system

The article was submitted 11.01.2024; approved after reviewing 26.02.2024; accepted for publication 22.04.2024.

The author has read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the author has no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation. Petrushevich V.V. Theoretical substantiation of system for organizing preventive treatment of asphalt concrete road pavements. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2024; 21 (2): 314-323. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-2-314-323>

© Petrushevich V.V., 2024



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

В климатических условиях Республики Беларусь для обеспечения максимального срока службы асфальтобетонных покрытий необходимо учитывать следующие факторы: эксплуатация в летний период, когда материал, нагреваясь свыше 50 °С, подвергается пластической деформации и теряет свои прочностные свойства, что приводит к образованию колеи; эксплуатация в зимний период, характеризующийся тем, что под действием чередующихся циклов «замораживания-оттаивания» происходит гидратация битумного вяжущего, трещинообразование и разрушение асфальтобетона [1, 2, 3, 4].

Способность асфальтобетона противостоять воздействию погодно-климатическим факторам и транспортным нагрузкам во многом зависит от размера пор, плотности структуры и водоотталкивающих характеристик поверхности¹ [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Стоит отметить, что эти показатели можно улучшить, используя различные технологические процессы обработки поверхности асфальтобетонного покрытия. Однако, несмотря на большой выбор, они имеют свои недостатки. Действие одних недолговечно, другие работают при определенных температурах или требуют особых условий нанесения, хранения и транспортировки. Некоторые являются дефицитными, но основное, что их объединяет, это высокая стоимость и невысокая эффективность.

Проведенный анализ отечественных и зарубежных технологических процессов обработки, повышающих эксплуатационные характеристики автомобильных дорог с асфальтобетонными покрытиями, показывает, что их эффективность определяется материалами и технологиями, защищающими поверхность асфальтобетона. При этом значительную роль в долговечности асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги играет своевременность проведения ремонтных работ и свойства материалов, применяемых для этих целей.

В связи с этим актуален поиск нового состава для реализации защиты поверхности асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги, предпочтительно полученный из отхо-

дов или вторичных продуктов производства, обладающего гидрофобизирующими свойствами. Одним из вариантов является использование в профилактическом составе нефтешлама (шлам очистки емкостей).

На основании критического анализа рассмотренных работ вопросы получения и формирования профилактического состава с наполнителем в виде нефтешлама (шлам очистки емкостей) представляют как научный, так и практический интерес. Однако для их внедрения в производственный процесс необходимо исследовать свойства и разработать технологию их нанесения на поверхность асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги.

Для защиты асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в Республике Беларусь от разрушающих его воздействий различных факторов автором запатентован состав гидрофобный профилактический «Протект-01»² (далее СГП), работы с которым осуществляются согласно созданных автором ТУ BY 192670194.002–2019. В данной работе проведен анализ объектов, на которых выполнена профилактическая обработка разработанным СГП, позволяющий спрогнозировать основные принципы системы организации профилактической обработки в рамках выполнения технологических процессов 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 СГП, предложить «Систему организации профилактической обработки», которая содержит мероприятия, направленные на предотвращение начавшихся и перспективных разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие основные задачи:

- разработать технологические процессы профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог СГП, реализуемые в конструкциях дорожно-строительной техники;

¹ Данильян Е.А. Влияние добавок модифицированного этиленпропиленового термоэластопласта на свойства битумов и асфальтобетонов / Е.А. Данильян, А.В. Солдатов, И.Н. Фролов // сб. статей и докладов ежегодной научной сессии «Ас-социация исследователей асфальтобетона». М.: МАДИ (ГТУ), 2008. С. 63–66.

² Гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог: пат. BY 24097 / Д.И. Бочкарев, В.В. Петрусевиц; опуб. 30.10.2023.

Таблица

Составы композиций

Источник: составлено автором

Table 1

Compositions

Source: compiled by the author

Компонент	Рецептуры используемых составов на объектах транспортной инфраструктуры	
	Н-4321 «Стрешин – Нижняя Олба»	Подъездная автомобильная дорога к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда
связующее, мас. %	65	70
минеральный наполнитель, мас. %	12	10
растворитель, мас. %	13	10
гидрофобизатор, мас. %	10	10

– предложить и теоретически обосновать основные принципы системы организации профилактической обработки в рамках выполнения технологических процессов текущего содержания автомобильных дорог, основанные на мониторинге технического состояния объекта контроля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Состав исследуемой добавки

В работе для проведения исследований использовали СГП, который состоит из связующего, представляющего собой отходы от переработки нефтепродуктов (шлам от очистки резервуаров ОАО «Мозырский НПЗ»), минерального наполнителя, растворителя, одновременно с этим состав дополнительно содержит гидрофобизатор.

В качестве минерального наполнителя использовали дефекат – отход сахарного производства ОАО «Слущкий сахарорафинадный завод», который образуется в процессе очистки сока сахарной свеклы известью и имеет состав, мас. %: CaCO_3 – 65,5–77,8; MgCO_3 – 3,4–8,6; Al_2O_3 – 0,2–3,8; P_2O_5 – 0,9–1,3; Fe_2O_3 – 0,2–1,0; органические вещества 12,0–15,0. Используемый дефекат представлял собой мелкодисперсный порошок светло-коричневого цвета с удельной поверхностью 400–600 м²/г. В качестве гидрофобизатора состав содержит метилсиликонат натрия в виде кремнийорганической гидрофобизирующей жидкости ТУ 2229-008-42942526-00.

Для проведения испытаний подготовили следующие варианты СГП, которые приведены в таблице.

Состояние проблемы профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия за рубежом в Республике Беларусь.

1. Анализ подходов к организации системы эксплуатации дорожной сети государств, имеющих ее наибольшую протяженность, показывает, что в США, а позже в Западной Европе, где темпы автомобилизации в течение многих лет были выше, чем в других странах, первыми столкнулись с проблемой несоответствия протяженности и состояния сети автомобильных дорог предъявляемым требованиям. Ответом стало создание и развитие специальных инструментов системы управления состоянием покрытия (далее – СУСП).

Федеральная дорожная администрация США (FHWA) отмечает, что СУСП – это инструмент, который предусматривает определение оптимальной стратегии на различных уровнях управления и поддерживает покрытие на должном уровне работоспособности. Системы управления состоянием покрытий делят на следующие категории: система сетевого уровня и системы объектного (проектного) уровня [11, 12, 13, 14, 15, 16].

Решения сетевого уровня направлены на проведение политики сохранения дорожного покрытия в рамках сети, определение приоритетов в проведении ремонтных мероприятий, оценку требуемого уровня финансирования.

Решения объектного уровня направлены на инженерно-технические аспекты – подбор конкретных действий по капитальному и текущим ремонтам, реконструкции. При этом отдельным этапом работ здесь является составление рейтинга участков, ремонт которых максимально способствует достижению основной цели системы.

В некоторых иностранных источниках [11, 17, 18] выделяют еще одну категорию СУСП – системы исследовательского уровня. Проектировщики и разработчики новых материалов и технологий для строительства и ремонта автомобильных дорог накапливают значительное количество экспериментальных данных, касающихся всех сторон применения этих материалов и технологий: особенности конструкций и строительного процесса, результаты наблюдений за участком после ремонта и др. В большинстве случаев эти данные оседают в архивах и не находят дальнейшего применения.

2. Назначение ремонтных мероприятий на автомобильных дорогах общего пользования в *Республике Беларусь* производится на основании оценки их фактического транспортно-эксплуатационного состояния. Оценка и планирование ремонтных мероприятий осуществляются на основании материалов ежегодных сезонных осмотров. При этом вид ремонтного мероприятия устанавливается по выявленным несоответствиям фактических значений следующих параметров: прочность дорожной одежды, дефектность дорожного покрытия, ровность дорожного покрытия, глубина колеи, коэффициент сцепления шины с поверхностью покрытия. Классификация и вид работ, выполняемых при капитальном и текущем ремонтах.

Согласно ТКП 604–2017, ТКП 140–2015, СТБ 1566–2005 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 ремонтах, технологиями выполнения работ согласно ТКП 094 и ТКП 059.1 и типовыми конструкциями дорожных одежд, определяют виды ремонтов.

Далее при назначении ремонтных мероприятий реализуются различные стратегии выполнения в зависимости от сроков, объемов финансирования и классификации ремонтов: стратегия первоочередных ремонтов; стратегия нормативных требований; поддерживающая стратегия; стратегия отсрочки ремонтов. При этом существующая в Республике Беларусь методика не содержит мероприятий, направленных на предотвращение начавшихся и перспективных разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги, которые

возможно спрогнозировать исходя из известных сроков их службы.

Теоретическое определение ожидаемого экономического эффекта от обработки СГП асфальтобетонного покрытия

При внедрении профилактической обработки СГП прибыль, которую принесет проект при его реализации

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

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.

$$3_{\text{проф}} = C_1 + C_{\text{проф}} + C_3, \quad (2)$$

где C_1 – укрупненные затраты на текущий ремонт 1 км для обработанного СГП асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги, лет;

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

C_3 – стоимость 1 маш. ч автогудронатора, руб.

Межремонтный период для обработанного профилактическим составом асфальтобетонного покрытия определим³

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

где T_n – нормативная периодичность текущего ремонта;

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

P_n – уровень надежности, при котором обеспечивается нормативный срок службы покрытия, $P_n = 0,8 \dots 0,9$;

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

Требуемый уровень надежности определим по формуле

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

где P_N – уровень надежности по определенному показателю;

N – количество определенных уровней надежности.

³ Веренько В.А. Надежность дорожных одежд: пособие. Минск: БГПА, 2002. 120 с.

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

1. Уровень надежности по коэффициенту морозостойкости [4]:

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

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

$K_{\text{мрз чис}}$ – коэффициент морозостойкости не-обработанного асфальтобетона, $K_{\text{мрз чис}} = 0,81$;

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

2. Уровень надежности по показателю водонасыщения [4]:

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

где $K_{\text{вод проф}}$ – показатель водонасыщения асфальтобетона типа В, обработанного СГП,

$K_{\text{вод проф}} = 1,6$;

$K_{\text{вод чис}}$ – показатель водонасыщения не-обработанного асфальтобетона типа В, $K_{\text{вод чис}} = 2,0$.

Тогда $K_{\text{вод}} = 1,25$, соответствующий ему уровень надежности $P_1 = 0,94$.

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

Межремонтный период для обработанного СГП асфальтобетонного покрытия

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

Проведенные мероприятия по внедрению разработанного СГП

Решение указанной выше задачи возможно с помощью выполнения профилактической обработки асфальтобетонного покрытия, для этого предлагаемая технология прошла производственную апробацию в соответствии с [3] на следующих объектах:

– ДРСУ-149 КПРСУП «Гомельоблдорстрой» на участке автомобильной дороги четвертой технической категории Н-4321 «Стрешин – Нижняя Олба» протяженностью 2000 м (в соответствии с техническим заданием на выполнение работ между ДРСУ-149 КПРСУП «Гомельоблдорстрой» и УО «Белорусский государственный университет транспорта» было произведено обследование участка автомобильной дороги четвертой технической категории Н-4321 «Стрешин – Н. Олба», в результате которого серьезных дефектов асфальтобетонного покрытия не выявлено, однако установ-

лено, что имели место незначительные очаги шелушения и выкрашивания; для дальнейшей эксплуатации указанного опытного участка автомобильной дороги разработаны рекомендации по выполнению профилактической обработки ее дорожной одежды из асфальтобетона типа В СТБ 1033–2016, которые были практически реализованы);

– на участке подъездной автомобильной дороги к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда Государственного пограничного комитета протяженностью 1850 м (в ходе реализации совместной программы научно-технического сотрудничества между учреждением образования «Белорусский государственный университет транспорта» и Государственным пограничным комитетом Республики Беларусь в ходе выполнения Государственной программы «Пограничная безопасность», утвержденной постановлением Совета Министров от 2 декабря 2020 г. № 688 дсп «О государственной программе «Пограничная безопасность на 2021–2025 гг.» по повышению безопасности транспортной инфраструктуры Государственного пограничного комитета была выполнена обработка СГП участка подъездной автомобильной дороги к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда Государственного пограничного комитета).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Предлагаемые мероприятия на основании теоретического определения ожидаемого экономического эффекта от обработки СГП асфальтобетонного покрытия и анализа внедрения профилактической обработки СГП на объектах транспортной инфраструктуры

1. Реализация распределения СГП при проведении апробации выполнялась автогудронатором АРБ-7. В распределителях данной системы установлены форсунки, управляемые (открываемые и закрываемые) поворотом пробок с поводками, 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 зависимую от скорости движения.

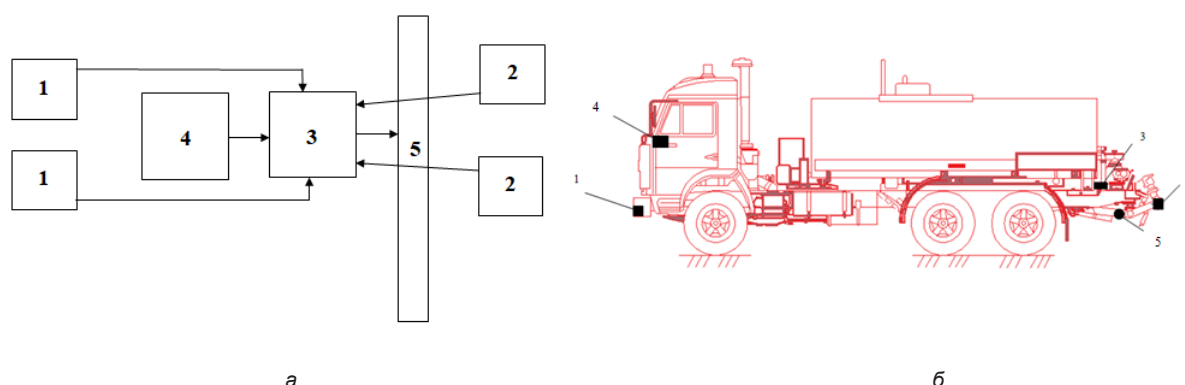


Рисунок 1 – Способ обеспечения работы системы управления дозированием жидких дорожно-строительных материалов:
а – принципиальная схема; б – конструктивная схема:
1 – лазерные считывающие датчики; 2 – датчики контроля выполнения работы;
3 – микропроцессорный блок обработки данных;
4 – пульт управления; 5 – блоки управления форсунками распределения
Источник: составлено автором.

Figure 1 – Method for ensuring the operation of the control system for dosing liquid road building materials:
а – schematic diagram; б – design diagram:
1 – laser reading sensors; 2 – work performance monitoring sensors;
3 – microprocessor data processing unit;
4 – control panel; 5 – control units for distribution injectors
Source: compiled by the author.

Предлагается реализовать на устройстве для распределения жидких дорожно-строительных материалов комбинированное управление по возмущению подачей материалов с возможностью организации переменного расхода (опция сканирования дорожного покрытия). Для этого данная система включает в себя лазерные или ультразвуковые дальнометры 1, датчики контроля за выполнением работы 2, микропроцессорный блок обработки данных 3, блок управления форсунками системы распределения 4 и пульт управления 5 (рисунок 1)⁴.

Дальнометры 1 находятся впереди машины на вынесенных штангах и считывают информацию о состоянии дорожного покрытия (наличие люков, препятствий; расстояние до обочины или бортового камня; обработан участок ранее или нет и т.д.). На основе полученных данных при помощи микропроцессорного блока 3, в который перед началом работы загружена информация о требуемых параметрах обработки, осуществляются проверка и

корректировка режима работы посредством сравнения фактических параметров распределения с заданными и подача управляющего сигнала на независимое включение и выключение каждой из форсунок. Ширина распределения при этом контролируется датчиками 2 [9].

2. Контрольный осмотр и периодические наблюдения после проведения обработки согласно ТУ ВУ 192670194.002–2019 в течение осенне-зимне-весеннего периода показали:

– для обработанного СГП «Протект-01» в 2019 г. участка автомобильной дороги четвертой технической категории Н-4321 «Стрешин-Н. Олба» отменено устройство однослойной поверхностной обработки, запланированной в 2020 г.;

– для обработанного СГП «Протект-01» в 2023 г. участка подъездной автомобильной дороги к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда Государственного пограничного комитета не запланированы работы по текущему содержанию на 2024 г.

⁴ Способ обеспечения работы системы управления дозированием жидких дорожно-строительных материалов: заявка № а 202202216: Е 01С 19/26 / В.В. Петрусевиц, П.А. Кацубо, Р.Ю. Доломанюк. № а 202202216; заявл. 12.09.2022.



Рисунок 2 – Баланс стратегии и технологии организации эксплуатации дорожной сети после интеграции «Системы организации профилактической обработки»
Источник: составлено автором.

Figure 2 – Balance of strategy and technology for organizing the operation of the road network after integration of the 'System for organizing preventive treatment'
Source: compiled by the author.

Исходя из полученных данных от проведенных производственных апробаций, возможно предложение «Системы организации профилактической обработки», которая будет направлена на предотвращение начавшихся и перспективных разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог и будет основана на мониторинге технического состояния объекта контроля, планирования, организации, реализации и управлении профилактическими и ремонтными мероприятиями с использованием навигационного оборудования и программного обеспечения, делающего возможным оптимизацию баланса затрат и дефектов дорожного покрытия.

Интеграция системы организации профилактической обработки в систему планирования, учета, отчетности и непосредственно производственную деятельность в условиях хозяйственной самостоятельности подразделений, занимающихся непосредственно эксплуатацией дорожной сети, позволит наиболее полно раскрыть потенциал увеличения сроков службы (межремонтных периодов) дорожных покрытий и создать необходимый баланс стратегии развития в условиях существующих производственных технологий (рисунок 2).

Предлагаемая «Система организации профилактической обработки» направлена на увеличение межремонтных сроков эксплу-

атации асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Для этого она должна содержать следующие направления:

- комплексная диагностика состояния асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги: осмотр с помощью технических средств дорожной сети региона; анализ эксплуатационного состояния покрытий;
- подбор технологических режимов обработки асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги: подбор рецептур СГП; выбор параметров обработки; настройка системы управления универсального распределителя;
- выполнение обработки (распределения состава) по описанным ранее алгоритмам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработаны технические условия на состав гидрофобный профилактический «Проект-01» для выполнения профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Предлагаемая технология профилактической обработки асфальтобетонного покрытия прошла производственную апробацию в ДРСУ-149 КППСУП «Гомельоблдорстрой» на участке автомобильной дороги четвертой технической категории Н-4321 «Стрешин – Нижняя Олба» протяженностью 2000 м и объекте транспортной инфраструктуры Государственного пограничного комитета на

участке подъездной автомобильной дороги к пограничной заставе «Дзержинск» Мозырского пограничного отряда протяженностью 1850 м.

2. 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.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Dongdong Ge, Zihao Ju, Defeng Duan, Songtao Lyu, Weiwei Lu, Chaochao Liu Normalized fatigue properties of asphalt mixture at various temperatures // *Journal of Road Engineering*. 2023. P. 279–287.
2. Леонович И.И., Мельникова И.С. Трещины в дорожных покрытиях: способы повышения трещиностойкости // *Вестник Белорусского национального технического университета: научно-технический журнал*. 2011. № 6. С. 49–53.
3. Петрусевич В.В. Исследование влияния состава гидрофобного профилактического «Протект-01» на физико-механические свойства материалов асфальтобетонных покрытий // *Наука и техника*. 2023. Т. 22, № 4. С. 294–300.
4. Бочкарев Д.И., Петрусевич В.В. Исследование влияния профилактической обработки на эксплуатационные и физико-механические свойства материалов автодорожных покрытий // *Горная механика и машиностроение*. 2018. № 2. С. 82–88.
5. Shiao Yan, Changjun Zhou, Jian Zhang, Ge Li Molecular dynamics simulation on the rejuvenation effects of waste cooking oil on aged asphalt binder // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2022. P. 795–807.
6. Taghipoor M., Hassani A., Karimi M. Investigation of material composition, design, and performance of open-graded asphalt mixtures for semi-flexible pavement: a comprehensive experimental study // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2024. P. 92–116.
7. Nithin Sudarsanan, Youngsoo Richard Kim A critical review of the fatigue life prediction of asphalt mixtures and pavements // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2022. P. 808–835.
8. Sabahudin Vrtagic, Dordevic Milan, Dogan Fatih, Codur Muhammed, Hoxha Mario, Softic Edis AI-Enabled assessment of roadway integrity: forecasting

bitumen deformation and road stability throughout the lifecycle under traffic impact // *International Journal of Transport Development and Integration*. 2023. Vol. 7, No. 4. P. 321–329.

9. Кочетков А., Суслиганов П. Шероховатые поверхности: нормирование, проектирование и устройство // *Автомобильные дороги*. 2005. № 1. С. 54–56.

10. Лаврухин В.П. Свойства асфальтобетонов на модифицированных битумах / В.П. Лаврухин, Ю.И. Калгин // *Наука и техника в дорожной отрасли*. 2002. № 1. С. 14–18.

11. Pourgholamali M., Labi S., Sinha K. Multi-objective optimization in highway pavement maintenance and rehabilitation project selection and scheduling: a state-of-the-art review // *Journal of Road Engineering*. 2023. P. 239–251.

12. Mirsa, A. Guidelines for a Roadway Management System (RMS) for Local Governments // *Midwest Transportation Consortium; Iowa State University. Final Report*. 2003. P. 1–43.

13. Flintsch G., Ferne B., Diefenderfer B. Assessment of continuous pavement deflection measuring technologies // *Draft Final Report. SHRP 2 R06(F), Virginia Tech*. 2012. P. 1–35.

14. Радовский Б.С., Сердюк А.В. Прогнозирование закономерности изменения состояния дорожной одежды // *Автомобильные дороги*. 1994. № 7. С. 19–21.

15. Радовский Б.С. Проблема повышения долговечности дорожных одежд и методы ее решения в США // *Дорожная техника*. 2006. С. 20–30.

16. Красиков О.А., Косенко И.Н. Межремонтные сроки службы нежестких дорожных одежд и покрытий // *Дороги и мосты*. 2019. № 1. С. 92–108.

17. Lee, Ch., Nokes W.A., Harvey J.T. Alligator cracking performance and life-cycle cost analysis of pavement preservation treatments // *Technical Memorandum: UCPRC-TM-2007-08*. 2008. P. 1–25.

18. Mechanistic-empirical pavement design guide (MEPDG): A bird's-eye view // *Journal of Modern Transportation*. Vol. 19, June 2, January 2011. P. 114–133.

REFERENCES

1. Dongdong Ge, Zihao Ju, Defeng Duan, Songtao Lyu, Weiwei Lu, Chaochao Liu Normalized fatigue properties of asphalt mixture at various temperatures. *Journal of Road Engineering*. 2023: 279–287.
2. Leonovich I.I., Mel'nikova I.S. Cracks in road surfaces: ways to increase crack resistance. *Vestnik Belorusskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta: nauchno-tehnicheskij zhurnal*. 2011; 6: 49–53. (in Russ.)
3. Petrusевич V.V. Study of the influence of the hydrophobic preventive composition "Protek-01" on the physical and mechanical properties of asphalt concrete pavement materials. *Nauka i tekhnika*. 2023; T. 22, no 4: 294–300. (in Russ.)
4. Bochkarev D.I., Petrusевич V.V. Study of the effect of preventive treatment on the operational and physical and mechanical properties of road pavement

materials. *Gornaja mehanika i mashinostroenie*. 2018; 2: 82–88. (in Russ.)

5. Shiao Yan, Changjun Zhou, Jian Zhang, Ge Li Molecular dynamics simulation on the rejuvenation effects of waste cooking oil on aged asphalt binder. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2022: 795–807.

6. Taghipoor M., Hassani A., Karimi M. Investigation of material composition, design, and performance of open-graded asphalt mixtures for semi-flexible pavement: a comprehensive experimental study. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2024: 92–116.

7. Nithin Sudarsanan, Youngsoo Richard Kim A critical review of the fatigue life prediction of asphalt mixtures and pavements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2022: 808–835.

8. Sabahudin Vrtagic, Dordevic Milan, Dogan Fatih, Codur Muhammed, Hoxha Mario, Softic Edis AI-Enabled assessment of roadway integrity: forecasting bitumen deformation and road stability throughout the lifecycle under traffic impact. *International Journal of Transport Development and Integration*. 2023; Vol. 7, No. 4: 321–329.

9. Kochetkov A., Susliganov P. S Rough surfaces: rationing, design and arrangement. *Avtomobil'nye dorogi*. 2005; 1: 54–56. (in Russ.)

10. Lavruhin V.P., Kalgin Ju.I. Properties of asphalt concrete on modified bitumen. *Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli*. 2002; 1: 14–18. (in Russ.)

11. Pourgholamali M., Labi S., Sinha K. Multi-objective optimization in highway pavement maintenance and rehabilitation project selection and scheduling: a state-of-the-art review. *Journal of Road Engineering*. 2023: 239–251.

12. Mirsa, A. Guidelines for a Roadway Management System (RMS) for Local Governments. *Midwest*

Transportation Consortium; Iowa State University. Final Report. 2003: 1–43.

13. Flintsch G., Ferne B., Diefenderfer B. Assessment of continuous pavement deflection measuring technologies. *Draft Final Report*. SHRP 2 R06(F), Virginia Tech. 2012: 1–35.

14. Radovskij B.S., Serdjuk A.V. Prediction of the pattern of changes in the state of road pavement. *Avtomobil'nye dorogi*. 1994; 7: 19–21. (in Russ.)

15. Radovskij B.S. The challenge of improving road pavement longevity and how to address it in the USA. *Dorozhnaja tehnika*. 2006: 20–30. (in Russ.)

16. Krasikov O.A., Kosenko I.N. Inter-repair service life of non-rigid road pavements and pavements. *Dorogi i mosty*. 2019; 1: 92–108. (in Russ.)

17. Lee, Ch., Nokes W.A., Harvey J.T. Alligator cracking performance and life-cycle cost analysis of pavement preservation treatments. *Technical Memorandum: UCPRC-TM-2007-08*. 2008: 1–25.

18. Mechanistic-empirical pavement design guide (MEPDG): A bird's-eye view. *Journal of Modern Transportation*. Vol. 19, June 2, January 2011: 114–133.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Петрусевич Вадим Владимирович – магистр техн. наук, преподаватель УО «Белорусский государственный университет транспорта» (246653, г. Гомель, Беларусь, ул. Кирова, 34), **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0003-6597-2572>, **SPIN-код:** 2465-1972, e-mail: petrusevichvvv@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Vadim V. Petrusevich. Master of Sci., teacher, Belarusian State University of Transport (34, Kirova str., Gomel, Belarus, 246653), **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0003-6597-2572>, **SPIN-код:** 2465-1972, e-mail: petrusevichvvv@gmail.com