

УДК 625.855.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ В ДВОРОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Д. И. Бочкарев¹, В. В. Томашов², В. В. Петрусевич³

¹ К. т. н., доцент, доцент кафедры проектирования, строительства и эксплуатации транспортных объектов, УО «Белорусский государственный университет транспорта», Гомель, Беларусь, e-mail: bochk_dmitr@mail.ru

² Магистр военных наук, начальник кафедры военно-специальной подготовки, УО «Белорусский государственный университет транспорта», Гомель, Беларусь, e-mail: vladimirtomasov735@gmail.com

³ Магистр технических наук, доцент кафедры военно-специальной подготовки, УО «Белорусский государственный университет транспорта», Гомель, Беларусь, e-mail: petrusevichvv@gmail.com

Реферат

В настоящее время в Республике Беларусь уделяется огромное внимание устройству и модернизации сети автомобильных дорог, но вместе с этим состояние асфальтобетонных покрытий в дворовых территориях требует постоянного контроля и своевременного ремонта ввиду значительно возросших транспортных нагрузок и не всегда соблюденной технологии по их устройству. Асфальтобетонные покрытия в наших дворах – это очень значительные по объему объекты транспортной инфраструктуры, которые не всегда вовремя ремонтируются дорожными эксплуатационными организациями. Проведение ремонтов и устройство различных подземных сетей в придомовой территории также данную проблему усугубляют, когда проводятся со вскрытием дорожного покрытия. Просадки и разрушения асфальтобетонного покрытия возникают также в результате невыполнения строительных норм при уплотнении технологических слоев дороги.

Данная ситуация требует своевременного вмешательства, которое подразумевает дорогостоящий ремонт асфальтобетонного покрытия, что заставляет эксплуатирующие организации осуществлять поиск сравнительно недорогих и технологичных вариантов решения данной проблемы. Авторами в данной статье представлены варианты композиций для выполнения ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия в дворовых территориях, рассмотрены вопросы их долговечности, а также экономическая эффективность от их применения.

Ключевые слова: дворовая территория, асфальтобетонное покрытие, дорожно-строительные материалы, битум, связующее, отсев щебня.

STUDY OF THE BEHAVIOR OF THE COMPOSITION FOR PERFORMING POT REPAIR OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENT IN YARD AREAS

D. I. Bochkarev, V. V. Tomashov, V. V. Petrushevich

Abstract

At present, in the Republic of Belarus, great attention is paid to the construction and modernization of the road network, but at the same time, the condition of asphalt concrete surfaces in courtyard areas requires constant monitoring and timely repairs due to significantly increased traffic loads and not always observed technology for their construction. Asphalt concrete pavement in our yards is a very significant volume of transport infrastructure objects, which are not always repaired in time by road maintenance organizations. Carrying out repairs and installing various underground networks in the adjacent territory also aggravates this problem when carried out with the opening of the road surface. Carrying out repairs and installing various underground networks in the local area also aggravate this problem when they are carried out with the opening of the road surface. Subsidence and destruction of asphalt concrete pavement also occur as a result of failure to comply with construction standards when compacting the technological layers of the road.

This situation requires timely intervention, which implies expensive repairs of the asphalt concrete pavement, which forces operating organizations to search for relatively inexpensive and technologically advanced options for solving this problem. In this article, the authors present variants of compositions for performing pothole repairs of asphalt concrete pavement in yard areas, and consider issues of their durability, as well as the economic efficiency of their use.

Keywords: yard area, asphalt concrete pavement, road construction materials, bitumen, binder, crushed stone screenings.

Введение

В настоящее время при строительстве, ремонте и реконструкции подъездных дорог к придомовой инфраструктуре в Республике Беларусь отдается предпочтение асфальтобетонному покрытию. В процессе эксплуатации данного покрытия под действием нагрузок от транспортных средств, а также влияние погодных условий на поверхности асфальтобетонных покрытий, возникают деформации и разрушения, что проявляется в виде различных выбоин, просадок, трещин и волн, что приводит к ухудшению транспортно-эксплуатационных показателей и снижению срока эксплуатации. Также стоит отметить, что на объекты придомовой транспортной инфраструктуры негативное влияние могут оказывать несвоевременность восстановления асфальтобетонного покрытия, а также проведение различных ремонтов подземных коммуникаций.

В связи с этим возникает необходимость постоянного ремонта дорожного покрытия от воздействия разрушающих факторов, что требует значительных материальных затрат. Данная ситуация определяет поиск новых технологических решений в создании более дешевых композиций для проведения ямочного ремонта, что позволит увеличить эксплуатирующим организациям объемы проводимых ремонтов асфальтобетонного покрытия в дворовых территориях.

Обзор основных технологий для выполнения ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия

В Республике Беларусь, а также за рубежом имеется значительное количество научно-исследовательских работ и технологических решений по устранению дефектов асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [1–8]. При этом на автомобильных дорогах высших категорий имеется определенная периодичность данных мероприятий, которая определена нормативно-правовыми актами. Значительно острее данный вопрос стоит у асфальтобетонных проездов в жилой застройке, где периодичность ремонтов не всегда соблюдается и возможны технологические нарушения целостности асфальтобетонного покрытия ввиду проведения различных строительно-восстановительных работ, необходимых для жизнеобеспечения населения.

При установившейся среднесуточной температуре воздуха +5 °С для выполнения ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий в Республике Беларусь используют: асфальтобетонные смеси по СТБ 1033 (с применением вязких битумов по ГОСТ 22245, СТБ 1062 или СТБ EN 12591 и жидких битумов по ГОСТ 11955), складываемые органоминеральных смесей по СТБ 2175, материалы струйно-инъекционной технологии.

Технологические особенности проведения ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий в Республике Беларусь рассмотрены в [9–13] и осуществляются по одной из следующих основных технологий, которые рассмотрены в таблице 1.

Из достоинств рассмотренных технологических вариантов в таблице 1 можно выделить их низкую стоимость и доступность прове-

дения ремонтов асфальтобетонного покрытия, но использование их возможно при температуре воздуха до +5 °С и при сухом покрытии.

Решить задачу проведения ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия в осенне-зимне-весенний период при температуре воздуха ниже +5 °С применяют материалы и технологии, рассмотренные в [9–13] и представленные в таблице 2.

Таблица 1 – Характеристики технологий для выполнения ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий

Наименование технологии	Применяемые материалы	Технологическая последовательность
Ямочный ремонт уплотняемыми смесями	1) смеси асфальтобетонные плотные горячие и теплые по СТБ 1033: (горячие марки I, II, III с использованием вязких битумов с глубиной проникания иглы при 25 °С от 50 до 130 мм ⁻¹ ; теплые марки II с использованием вязких битумов с глубиной проникания иглы при 25 °С от 70 до 300 мм ⁻¹ и от 130 до 300 мм ⁻¹); 2) складированные органоминеральные смеси по СТБ 2175; 3) эмульсионно-минеральные складированные смеси по СТБ 1509	1) подготовительные работы (установка технических средств организации дорожного движения (далее – ТСОДД), очистка дорожного покрытия); 2) устройство «карт»; 3) укладка смеси в «карту»; 4) уплотнение смеси; 5) герметизация мест сопряжения; 6) заключительные работы (уборка мусора, снятие ТСОДД)
Ямочный ремонт литыми асфальтобетонными смесями	битуминеральные литые смеси по СТБ 1257	1) подготовительные работы (установка ТСОДД, очистка дорожного покрытия); 2) устройство «карт»; 3) укладка смеси; 4) уплотнение смеси; 5) заключительные работы (уборка мусора, снятие ТСОДД)
Ямочный ремонт рециклированными асфальтобетонными смесями	рециклированные асфальтобетонные плотные горячие и теплые по СТБ 1033, складированные органоминеральные смеси по СТБ 2175, эмульсионно-минеральные складированные смеси по СТБ 1509, битуминеральные литые смеси по СТБ 1257	1) подготовительные работы (установка ТСОДД, очистка дорожного покрытия); 2) устройство «карт»; 3) приготовление смеси; 4) укладка смеси; 5) уплотнение смеси; 6) герметизация мест сопряжения; 7) заключительные работы (уборка мусора, снятие ТСОДД)
Ямочный ремонт по способу пропитки	смеси укладываемые по способу пропитки (щебень по ГОСТ 8267, битумная эмульсия ЭБКД-Б-65 или ЭБКД-Б-70 по СТБ 1245)	1) установка ТСОДД; 2) очистка выбоины; 3) грунтовка выбоины; 4) укладка щебня; 5) уплотнение щебня; 6) розлив эмульсии; 7) устройство защитного слоя; 8) заключительные работы (уборка мусора, снятие ТСОДД)
Ямочный ремонт по струйно-инъекционной технологии	материалы струйно-инъекционной технологии (щебень по ГОСТ 8267, битумная эмульсия ЭБКД-Б-65, ЭБКД-Б-70 или ЭБКД-С-64 по СТБ 1245)	1) установка ТСОДД; 2) очистка выбоины; 3) грунтовка выбоины; 4) укладка смеси; 5) заключительные работы (уборка незакрепленного материала, снятие ТСОДД)

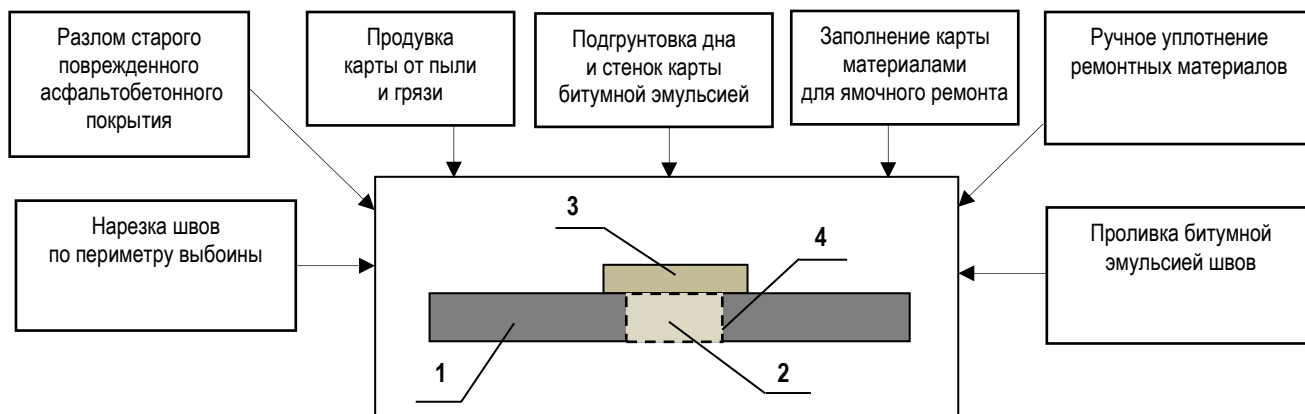
Таблица 2 – Смеси для ямочного ремонта в весенне-зимний период

Материалы и технологии	Температура воздуха, °С, не ниже
Складированные органоминеральные смеси по СТБ 2175	–20
Битуминеральные смеси по СТБ 1257	–20
Рециклированные горячие смеси плотные и литые	–20
Материалы струйно-инъекционной технологии	+5
Эмульсионно-минеральные складированные смеси по СТБ 1509	–5
Смеси, укладываемые способом пропитки	+5
Асфальтобетонные смеси по СТБ 1033	–10

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из возможных вариантов решения задачи по сохранению целостности асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги и возможности осуществления пропуска автомобилей в Республике Беларусь выполняется ямочный ремонт покрытия согласно с разработанной РУП «Белдорцентр» технологической картой ТК 190638734-250-2019 «Ямочный ремонт асфальтобетонных дорог локальными картами» (рисунок 1) [14].

При выполнении расчетов стоимости предпочтения были отданы смеси органоминеральной складированной ремонтной по СТБ-2175 ввиду ее доступности, простоте применения и широкому диапазону температуры укладки от +30 °С до –20 °С. Примерная потребность материалов и их стоимость на 1 м² для выполнения ямочного ремонта согласно [14] асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги представлена в таблице 3.



1 – асфальтобетон; 2 – карта дефекта; 3 – материалы для ямочного ремонта; 4 – битумная эмульсия

Рисунок 1 – Технологический процесс ямочного ремонта

Таблица 3 – Примерная стоимость материалов для ямочного ремонта на 1 м²

Наименование материала	Стоимость материала за тонну, руб.	Потребность материала на 1 м ² при глубине карты 0,1 м, т	Итоговая стоимость материалов на ремонт, руб.
Смесь органоминеральная складированная ремонтная СОМС-10 (СТБ 2175-2011)	525,0 [15]	0,24	126,0
Битумная эмульсия ЭБКД-М-65; ЭБКД-М-60 (СТБ 1245-2015)	620,00 [16]	0,005	3,1
Итого	–	0,245	129,1

Анализируя таблицу 3, можно отметить, что для выполнения данного вида ремонта требуются значительные затраты для восстановления 1 м² асфальтобетонного покрытия.

Для снижения затрат при выполнении ямочного ремонта авторами предложены композиции, состоящие преимущественно из вторичных материалов.

Используемые в статье композиции состоят:

– из связующего – вторичные продукты нефтепереработки с ОАО «Мозырский НПЗ», состав которых исследованы в работе [17], свойства представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Свойства вторичных продуктов нефтепереработки ОАО «Мозырский НПЗ»

Показатель	Значение, характеристика				
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Внешний вид	Вязкая и комковатая, цвет неравномерный черный				
Плотность, г/см ³	1,17	1,11	1,15	1,14	1,20
Растворимость и набухание в воде при температуре 20 °С	Не растворяется, не набухает				

– битума – БНД 70/100;
– песка природного для строительных работ по ГОСТ-8736, класс песка высший, содержание пылевидных и глинистых частиц, определенное методом мокрого посева, по массе составляет 0,5 %, модуль крупности 2,45;

– отсева щебня по ГОСТ 31424-2010 с величиной фракции 0,14–2,5 мм и наличием глиняных частиц и органических веществ не более 0,6 %;

– минерального наполнителя – дефеката (отход сахарного

производства ОАО «Случкий сахарорафинадный завод», который образуется в процессе очистки сока сахарной свеклы известью и имеет состав, мас. %: CaCO₃ – 65,5–77,8; MgCO₃ – 3,4–8,6; Al₂O₃ – 0,2–3,8; P₂O₅ – 0,9–1,3; Fe₂O₃ – 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).

Для проведения исследований были выбраны следующие варианты ремонтных композиций (таблица 5).

Таблица 5 – Варианты ремонтных композиций

Компонент	Номер варианта композиции								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Связующее, мас. %	6	10	14	–	–	–	3	5	7
Битум, мас. %	–	–	–	6	10	14	3	5	7
Отсев щебня, мас. %	74	70	66	74	70	66	74	70	66
Песок, мас. %	10	12	14	10	12	14	10	12	14
Минеральный наполнитель, мас. %	10	8	6	10	8	6	10	8	6

Подготовка и проведение испытаний проводилась в следующей последовательности (рисунок 2):

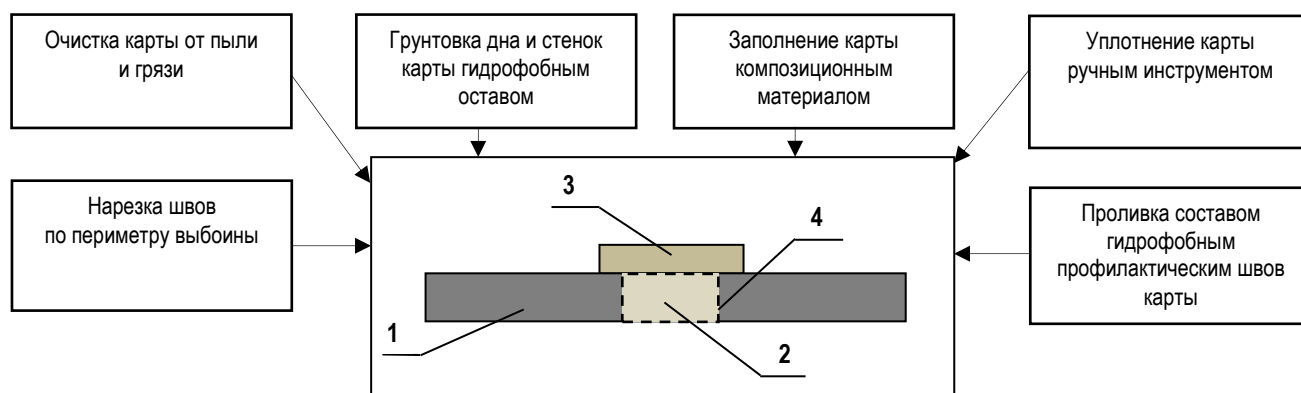
- очистка дефекта от пыли и грязи;
- нарезка швов по периметру выбоины;

– проверка каждого варианта композиции осуществлялась с подгрунтовкой и без нее (подгрунтовка осуществлялась составом гидрофобным профилактическим [18], показавшим положительное влияние на физико-механические характеристики асфальтобетона, что рассмотрено в работах [19, 20], состоящим из вторичных продук-

тов нефтепереработки с ОАО «Мозырский НПЗ», минерального наполнителя, при этом растворителем является керосин ГОСТ 18499-73, одновременно с этим состав дополнительно содержит гидрофобизатор ТУ 2229-008-42942526-00);

– разогрев композиции до +110 °С и перемешивание в лабораторном лопастном смесителе в течение 10 минут;

- заполнение дефекта композицией;
- уплотнение карты ручным инструментом;
- проливка составом гидрофобным профилактическим швов карты.



1 – асфальтобетон; 2 – карта дефекта; 3 – композиции для ямочного ремонта; 4 – битумная эмульсия

Рисунок 2 – Технологический процесс ямочного ремонта разработанной композицией

Для выполнения подгрунтовки был использован состав гидрофобный профилактический согласно [18] следующей рецептуры, мас. %: связующее – 65; растворитель – 13; минеральный наполнитель – 12; гидрофобизатор – 10. Исследования проводились 7 сентября 2024 года при температуре воздуха +25 °С при температуре асфальтобетонного покрытия +34 °С вариантами ремонтных композиций согласно таблице 5. Общий вид ремонтной композиции представлен на рисунке 3.

Контрольный осмотр и периодические наблюдения осенью-зимой 2024 года и зимой-весной 2025 года, которые проводили в начале каждого месяца, показали, что работоспособность рассматриваемых композиций схожа с работоспособностью смеси органоминеральной складированной ремонтной СОМС-10 (СТБ2175-2011), которой рядом для осуществления контроля отремонтировали дефект. Это подтверждается отсутствием трещин и других дефектов в течение 10 месяцев после выполнения ямочного ремонта смесью СОМС-10 и предложенными авторами композициями.

При сравнении работоспособности вариантов разработанных композиций лучше показала себя под влиянием погодноклиматических факторов и транспортных нагрузок композиция № 9 из таблицы 5 ввиду достаточного количества вяжущего, которое способствовало лучшему заполнению дефекта и впоследствии хорошей адгезии к асфальтобетонному покрытию. Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия придворовой территории композицией № 9 из таблицы 5 представлен на рисунке 4.



Рисунок 3 – Общий вид предлагаемой ремонтной композиции для выполнения ямочного ремонта

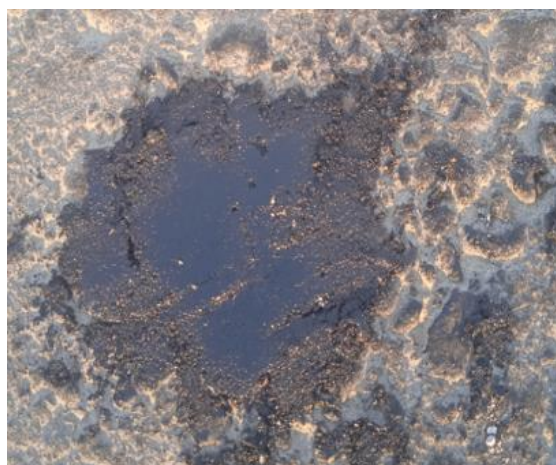


Рисунок 4 – Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия придворовой территории композицией № 9

Стоит отметить, что подгрунтовка основания дефекта асфальтобетонного покрытия разработанным составом гидрофобным профилактическим способствовала лучшей работоспособности ремонтных композиций. Данный процесс может обуславливаться механизмом действия состава гидрофобного профилактического, который хорошо заполняет выемки, трещины и поры асфальтобетонного покрытия, обеспечивая его защиту от чрезмерного водонасыщения, что отражено в работах [19, 20]. При этом наличие в его составе мелкодисперсных частиц дефеката обуславливает лучшее взаимодействие ремонтной композиции и органического вяжущего ремонтируемого асфальтобетонного покрытия. Это может обуславливаться хорошей адгезией битума к основной составляющей дефеката – CaCO_3 , а также увеличения контактируемой суммарной удельной поверхности.

При этом гидрофобизатор состава гидрофобного профилактического метилсиликонат натрия $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OH})_2\text{ONa}$ может обеспечивать взаимодействие с химически ненасыщенными атомами кислорода минеральной части асфальтобетона. В результате образуется соединение, которое обеспечивает стойкую ионную связь молекул гидрофобизатора и поверхностью кремнезема [21, с. 127–128].

При этом композиции № 1, № 4 и № 7 показали худшие результаты при наблюдении за работой предложенных композиций, что стало следствием наличия большего количества отсева щебня в данных композициях и в последующем его вымывании из них.

Для выполнения расчета стоимости предложенных вариантов для ямочного ремонта была выбрана композиция № 9 из таблицы 5 как лучшая по критерию работоспособности (таблица 6).

Таблица 6 – Стоимость предлагаемой композиции для ямочного ремонта

Наименование материала	Стоимость материала за тонну, руб.	Потребность материала на 1 м ² при глубине карты 0,1 м, т (композиция № 9 согласно таблицы 5)	Итоговая стоимость материалов на ремонт, руб.
Связующее (вторичные продукты нефтепереработки с ОАО «Мозырский НПЗ»)	0	0,0168	0
Битум БНД 70/100, мас. %	1737,43 [16]	0,0168	29,2
Отсев щебня, мас. %	30,12 [22]	0,158	4,76
Песок, мас. %	17,00	0,0336	0,57
Минеральный наполнитель (дефекат с ОАО «Слуцкий сахарорафинадный завод»), мас. %	0	0,0144	0
Итого	–	0,24	34,53

Анализ таблицы 6 и сравнение ее с таблицей 3 показывает, что стоимость материалов для ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия меньше более чем в 3,5 раза. При этом стоит отметить, что предлагаемых композиции устойчивы к разрушению от влияния погодных-климатических факторов, что подтверждается результатами контрольных осмотров.

Вывод

В ходе проведенных практических исследований вариантов композиций для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог установлено, что лучше показала себя под влиянием погодных-климатических факторов и транспортных нагрузок композиция № 9 (содержащая мас. %: связующее (отходы нефтепереработки) – 7; битум БНД 70/100 – 7; отсев щебня – 66; песок – 14; минеральный наполнитель (дефекат) – 6) ввиду достаточного количества вяжущего, которое способствовало лучшему заполнению дефекта и впоследствии хорошей адгезии к асфальтобетонному покрытию.

При этом более высокие показатели адгезии наблюдаются у подгрунтованного составом гидрофобным профилактическим асфальтобетона, что подтверждается наблюдением за работой композиций.

Затраты на реализацию предлагаемой композиции на 1 м² меньше более чем в 3,5 раза по сравнению с используемой технологией ямочного ремонта в Республике Беларусь.

Список цитированных источников

- Полякова, С. В. Выбор основных технологий ямочного ремонта выбоин в асфальтобетонных покрытиях при неблагоприятных условиях / С. В. Полякова // Дороги и мосты. – 2021. – Вып. 46-2. – С. 77–94.
- Influence of pavement material and structure on low-temperature crack resistance for double-layer asphalt surface one-time paving / B. Wu, Z. Han, Y. Mao [et al.] // Materials 18. – 2025. – № 5. – DOI: 10.3390/ma18051037.
- Surface modified slag fiber reinforced asphalt mixture: enhancement of pavement performance and field validation / F. Mingen, C. Qingbing, W. Weijian [et al.] // Case Studies in Construction Materials. – 2025. – № 22. – DOI: 10.1016/j.cscm.2025.e040505.

- Отечественный и зарубежный опыт. Материалы и технологии для ремонта выбоин дорожного асфальтобетонного покрытия: информационный сборник / С. В. Полякова, А. В. Чванов, А. С. Козин, Ю. В. Тактарова; М-во трансп. Рос. Федерации, Рос. Дорожный науч.-исследовательский ин-т. – Казань: Бук, 2020. – 134 с.
- Полякова, С. В. Патчи – материалы нового поколения для долговременного ремонта покрытий / С. В. Полякова, А. С. Козин // Мир дорог. – 2020. – № 132. – С. 47–52.
- Полякова, С. В. Современные способы заделки выбоин при ремонте асфальтобетонных покрытий / С. В. Полякова, А. С. Козин // Дороги и мосты. – 2021. – Вып. 45-1. – С. 81–100.
- Ястремский, Д. А. Проблема повышения долговечности асфальтобетонного покрытия и пути ее решения / Д. А. Ястремский, Т. Н. Абайдуллина, П. В. Чепур // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3-2. – С. 307–310.
- Ярмолинский, В. А. Оптимизация выбора метода ремонта асфальтобетонных покрытий / В. А. Ярмолинский, Ю. Н. Лебедева, В. С. Белокоп // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2020. – № 4 (94). – С. 10–12.
- Ярмолинский, В. А. Применение холодных асфальтобетонных смесей при ямочном ремонте дорожных покрытий / В. А. Ярмолинский, А. А. Парфенов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2022. – № 2. – С. 101–107.
- Братчун, В. И. Литые асфальтобетоны повышенной долговечности, скоростной ямочный ремонт дорожных покрытий / В. И. Братчун, О. А. Пшеничных, В. В. Ремнев // Технологии бетонов. – 2024. – № 5. – С. 41–46.
- Патент RU 2804046, МПК C04B 26/26 (2006.01). Холодная складываемая органоминеральная смесь для капитального и ямочного ремонта асфальтобетонного дорожного покрытия с высоким содержанием переработанного асфальтобетона: заявлено 10.02.2023; опуб. 26.09.2023 / Виноградова С. Ю., Горелышева Л. А., Гужов С. А.; заявитель ООО «Рик Кемикл». – 5 с.
- Аминов, Ш. Х. Применение холодных асфальтобетонных смесей для круглогодичного ямочного ремонта автодорог / Ш. Х. Аминов, И. Б. Струговец // Строительные материалы. – 2006. – № 11. – С. 60–62.

13. Александров, Д. Ю. Содержание дорожных одежд : учеб.-метод. пособие для дипломного проектирования и выполнения расчетно-графических работ по дисциплине «Содержание и ремонт транспортных сооружений» / Д. Ю. Александров ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 35 с.
14. Ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий улиц и проездов населенных пунктов локальными картами с применением асфальтобетонных горячих литых смесей : ТК 190638734-250-2019 : Технологическая карта. – Минск : Белдорцентр, 2024. – 27 с.
15. Коммунальное проектно-ремонтно-строительное унитарное предприятие «Гомельоблдорстрой» : [офиц. сайт]. – URL: <http://snk.by> (дата обращения: 23.05.2025).
16. ОАО «Мозырский НПЗ» : [офиц. сайт]. – URL: <http://mnpz.by> (дата обращения: 23.05.2025).
17. Бочкарев, Д. И. Использование метода ИК-спектроскопии для идентификации отходов нефтехимического производства / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич, А. М. Валенков // Горная механика и машиностроение. – 2017. – № 2. – С. 84–89.
18. Патент ВУ 24097, МПК E01C 11/24 (2006.01). Гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог : № а 20180114 : заявлено 23.03.2018 : опубл. 30.10.2023 / Бочкарев Д. И., Петрусевич В. В. ; заявители Бочкарев Д. И., Петрусевич В. В. – 5 с.
19. 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.
20. Бочкарев, Д. И. Моделирование технологического процесса профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич // Вестник БрГТУ. – 2024. – № 1. – С. 48–52.
21. Ковалев, Я. Н. Активационные технологии дорожных композиционных материалов : научно-практические основы : монография / Я. Н. Ковалев. – Минск : Бел. энцикл., 2002. – 334 с.
22. РУПП «Гранит» : [офиц. сайт]. – URL: <http://granit.by> (дата обращения: 23.05.2025).
8. YArmolinskij, V. A. Optimizaciya vybora metoda remonta asfal'tobetonnyh pokrytij / V. A. YArmolinskij, YU. N. Lebedeva, V. S. Belokon' // Nauka i tekhnika v dorozhnoj otrasli. – 2020. – № 4 (94). – С. 10–12.
9. YArmolinskij, V. A. Primenenie holodnyh asfal'tobetonnyh smesej pri yamochnom remonte dorozhnyh pokrytij / V. A. YArmolinskij, A. A. Parfenov // Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI). – 2022. – № 2. – С. 101–107.
10. Bratchun, V. I. Litye asfal'tobetonny povyshennoj dolgovechnosti, skorostnoj yamochnyj remont dorozhnyh pokrytij / V. I. Bratchun, O. A. Pshenichnyh, V. V. Remnev // Tekhnologii betonov. – 2024. – № 5. – С. 41–46.
11. Patent RU 2804046, МПК S04V 26/26 (2006.01). Holodnaya skladiruemaya organomineral'naya smes' dlya kapital'nogo i yamochnogo remonta asfal'tobetonno dorozhnogo pokrytiya s vysokim sodержaniem pererabotannogo asfal'tobetona : zayavleno 10.02.2023 : opub. 26.09.2023 / Vinogradova S. YU., Gorelysheva L. A., Guzhov S. A. ; zayavitel' OOO «Rik Kemikl». – 5 s.
12. Aminov, SH. H. Primenenie holodnyh asfal'tobetonnyh smesej dlya kruglogodichnogo yamochnogo remonta avtodorog / SH. H. Aminov, I. B. Strugovec // Stroitel'nye materialy. – 2006. – № 11. – С. 60–62.
13. Aleksandrov, D. YU. Soderzhanie dorozhnyh odezhd : ucheb.-metod. posobie dlya diplomnogo proektirovaniya i vypolneniya raschetno-graficheskikh rabot po discipline «Soderzhanie i remont transportnyh sooruzhenij» / D. YU. Aleksandrov ; M-vo transp. i kommunikacij Resp. Belarus', Belarus. gos. un-t transp. – Gornel' : BelGUT, 2017. – 35 s.
14. YAmochnyj remont asfal'tobetonnyh pokrytij ulic i proezdov naselennyh punktov lokal'nymi kartami s primeneniem asfal'tobetonnyh goryachih lityh smesej : TK 190638734-250-2019 : Tekhnologicheskaya karta. – Minsk : Beldorcentr, 2024. – 27 s.
15. Kommunal'noe proektno-remontno-stroitel'noe unitarnoe predpriyatie «Gornel'obldorstroy» : [ofic. sajtl]. – URL: <http://snk.by> (data obrashcheniya: 23.05.2025).
16. ОАО «Mozyrskij NPZ» : [ofic. sajtl]. – URL: <http://mnpz.by> (data obrashcheniya: 23.05.2025).
17. Bochkarev, D. I. Ispol'zovanie metoda IK-spektroskopii dlya identifikacii othodov neftekhimicheskogo proizvodstva / D. I. Bochkarev, V. V. Petrusевич, A. M. Valenkov // Gornaya mekhanika i mashinostroenie. – 2017. – № 2. – С. 84–89.
18. Patent BY 24097, МПК E01S 11/24 (2006.01). Gidrofobnyj sostav dlya profilakticheskoy obrabotki asfal'tobetonnyh pokrytij avtomobil'nyh dorog : № а 20180114 : zayavleno 23.03.2018 : opubl. 30.10.2023 / Bochkarev D. I., Petrusевич V. V. ; zayaviteli Bochkarev D. I., Petrusевич V. V. – 5 s.
19. Petrusевич, V. V. Issledovanie vliyaniya sostava gidrofobnogo profilakticheskogo «PROTEKT-01» na fiziko-mekhanicheskie svoystva materialov asfal'tobetonnyh pokrytij / V. V. Petrusевич // Nauka i tekhnika. – 2023. – № 4. – С. 294–300.
20. Bochkarev, D. I. Modelirovanie tekhnologicheskogo processa profilakticheskoy obrabotki asfal'tobetonnyh pokrytij avtomobil'nyh dorog / D. I. Bochkarev, V. V. Petrusевич // Vestnik BrGTU. – 2024. – № 1. – С. 48–52.
21. Kovalev, YA. N. Aktivacionnye tekhnologii dorozhnyh kompozicionnyh materialov : nauchno-prakticheskie osnovy : monografiya / YA. N. Kovalev. – Minsk : Bel. encykl., 2002. – 334 s.
22. RUPP «Granit» : [ofic. sajtl]. – URL: <http://granit.by> (data obrashcheniya: 23.05.2025).

References

1. Polyakova, S. V. Vybora osnovnyh tekhnologij yamochnogo remonta vyboin v asfal'tobetonnyh pokrytiyah pri neblagopriyatnyh usloviyah / S. V. Polyakova // Dorogi i mosty. – 2021. – Vyp. 46-2. – С. 77–94.
2. Influence of pavement material and structure on low-temperature crack resistance for double-layer asphalt surface one-time paving / B. Wu, Z. Han, Y. Mao [et al.] // Materials 18. – 2025. – № 5. – DOI: 10.3390/ma18051037.
3. Surface modified slag fiber reinforced asphalt mixture: enhancement of pavement performance and field validation / F. Mingen, C. Qingbing, W. Weijian [et al.] // Case Studies in Construction Materials. – 2025. – № 22. – DOI: 10.1016/j.cscm.2025.e040505.
4. Otechestvennyj i zarubezhnyj opyt. Materialy i tekhnologii dlya remonta vyboin dorozhnogo asfal'tobetonno pokrytiya: informacionnyj sbornik / S. V. Polyakova, A. V. CHvanov, A. S. Kozin, YU. V. Taktarova ; M-vo transp. Ros. Federacii, Ros. Dorozhnyj nauch.-issledovatel'skij in-t. – Kazan' : Buk, 2020. – 134 s.
5. Polyakova, S. V. Patchi – materialy novogo pokoleniya dlya dolgovremennogo remonta pokrytij / S. V. Polyakova, A. S. Kozin // Mir dorog. – 2020. – № 132. – С. 47–52.
6. Polyakova, S. V. Sovremennye sposoby zadelki vyboin pri remonte asfal'tobetonnyh pokrytij / S. V. Polyakova, A. S. Kozin // Dorogi i mosty. – 2021. – Vyp. 45-1. – С. 81–100.
7. YAstremskij, D. A. Problema povysheniya dolgovechnosti asfal'tobetonno pokrytiya i puti ee resheniya / D. A. YAstremskij, T. N. Abajdullina, P. V. CHepur // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2016. – № 3-2. – С. 307–310.

Материал поступил 17.06.2025, одобрен 22.07.2025, принят к публикации 22.07.2025