

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА СПОРУДИ

УДК 625.7

Н. А. Василенко, Т. В. Скрыпник, канд. техн. наук, доц.

**Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «Донецкий национальный
технический университет», г. Горловка**

ОБСЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ УЛИЦ И ДОРОГ В ГОРОДЕ ГОРЛОВКА

Проведен анализ состояния автомобильных дорог, а также составлен перечень деформаций и разрушений на дорогах в городе Горловка, указаны их причины. Установлено, что основными разрушениями на автомобильных дорогах являются трещины. Они составляют 60 % от общего количества деформаций и разрушений покрытия. Приведены способы их устранения, в том числе способ с применением геосинтетических материалов, который позволяет продлить срок службы дорожного покрытия с минимальной затратой денежных средств.

Постановка проблемы

За последние десятилетия наметилась тенденция сокращения межремонтных сроков службы покрытия автомобильных дорог. Это связано с увеличением расчетных нагрузок (от 60–100 до 115–130 кН/ось), возрастающей интенсивностью движения, ухудшением качества строительных материалов, неблагоприятными погодными условиями и исчерпыванием ресурса возможностей дорожно-строительных материалов. Все это является причиной появления преждевременных деформаций и разрушений покрытий.

Цель статьи

Целью работы является обследование состояния асфальтобетонного покрытия улиц и дорог в городе Горловка, выявление деформаций и разрушений покрытия, а также выяснение причин их возникновения и способов их ликвидации.

Анализ исследований

В результате технической инвентаризации городских улиц и дорог г. Горловка по состоянию на 25.06.2012 г. были выявлены следующие типы покрытий: асфальтобетонное (77 %), щебеночное (5 %), брусчатка (<1 %), грунтощебеночное (9 %), грунтовое (7 %), покрытие из отвальных горных пород (2 %) и из сборных железобетонных плит (<1 %). На основании полевых исследований были установлены протяженность и площадь различных типов покрытий (рисунки 1, 2). Общая протяженность проезжей части дорог в г. Горловка составляет 318731 м, а ее площадь – 2023602 м².

На основании полученных данных можно сделать вывод, о том что асфальтобетонное покрытие является наиболее распространенным типом покрытия. Протяженность улиц и дорог с асфальтобетонным покрытием составляет 77 % в масштабе района; 71 % – в Центральном-Городском районе; 81 % – в Калининском и 81 % – в Никитовском районе.

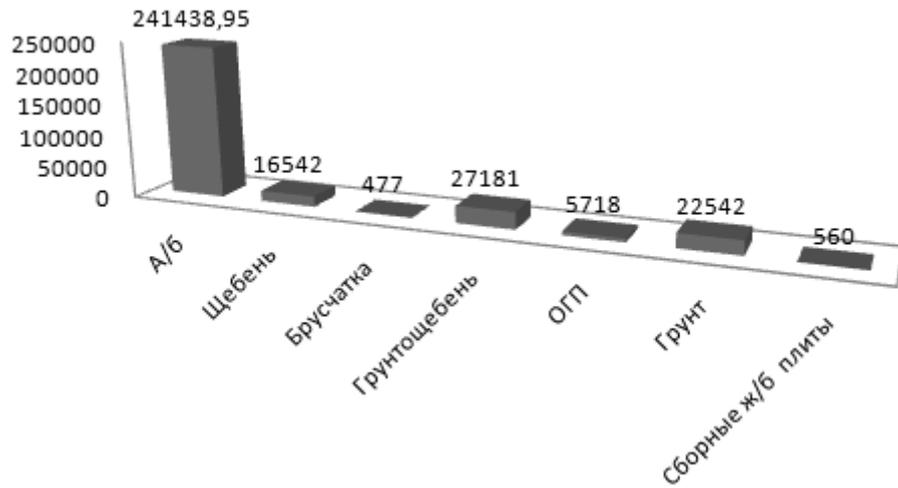


Рисунок 1 – Протяженность проезжей части дорог в г. Горловка, м

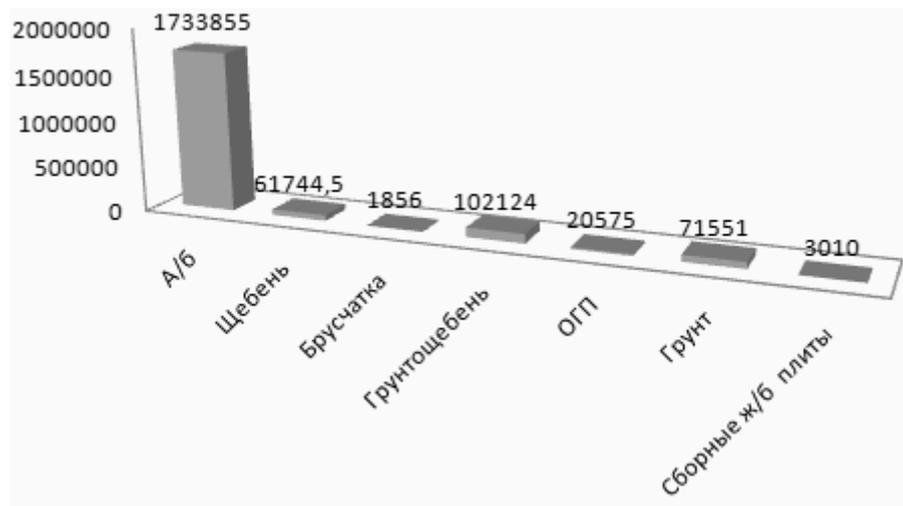


Рисунок 2 – Площадь проезжей части дорог в г. Горловка, м²

Анализируя данные инвентаризации по районам города, были определены протяженность и площадь улиц и дорог с различными типами покрытий в каждом из районов (рисунки 3–8).

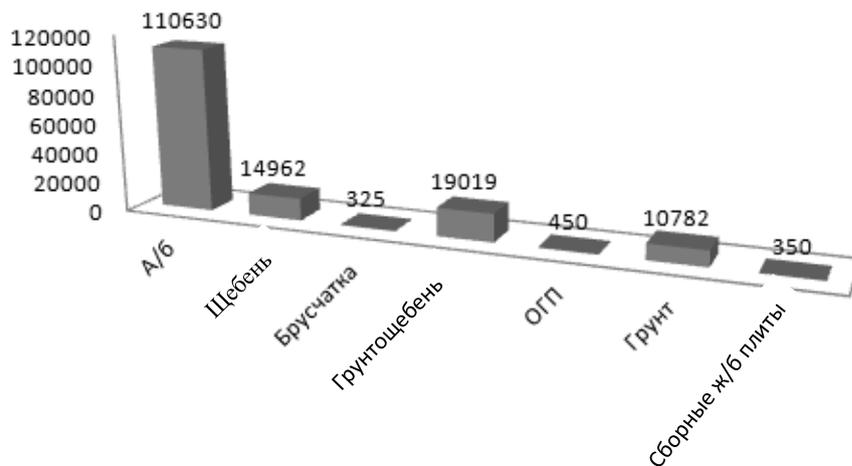


Рисунок 3 – Протяженность проезжей части дорог с различными типами покрытия в Центральном-Городском районе, м

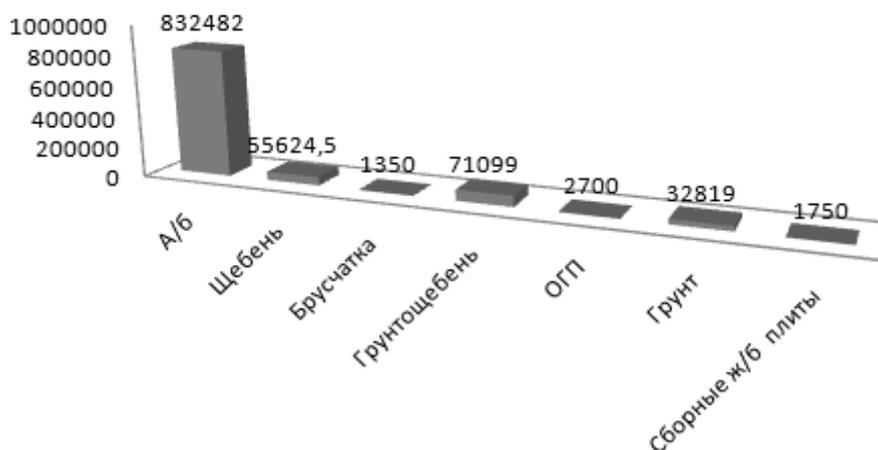


Рисунок 4 – Площадь проезжей части дорог с различными типами покрытия в Центральном-Городском районе, м²

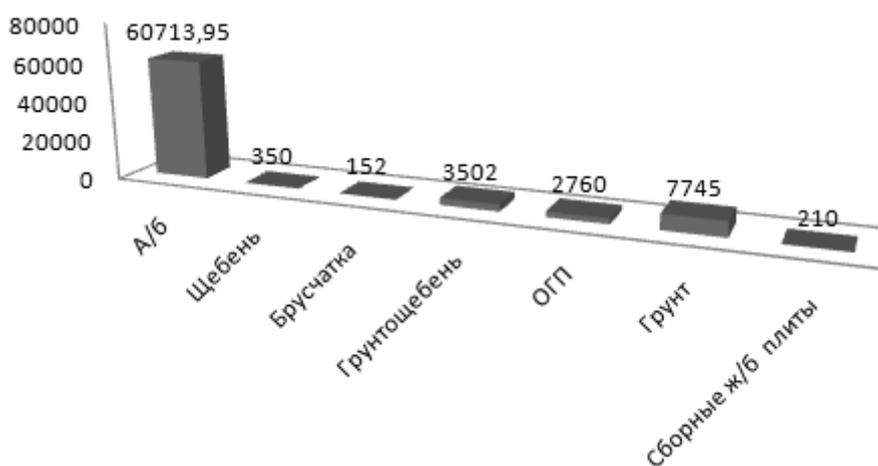


Рисунок 5 – Протяженность проезжей части дорог с различными типами покрытия в Калининском районе, м

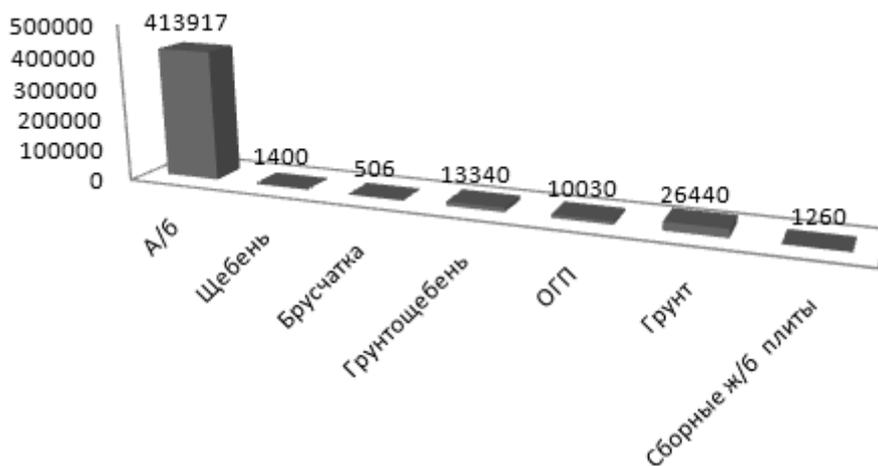


Рисунок 6 – Площадь проезжей части дорог с различными типами покрытия в Калининском районе, м²

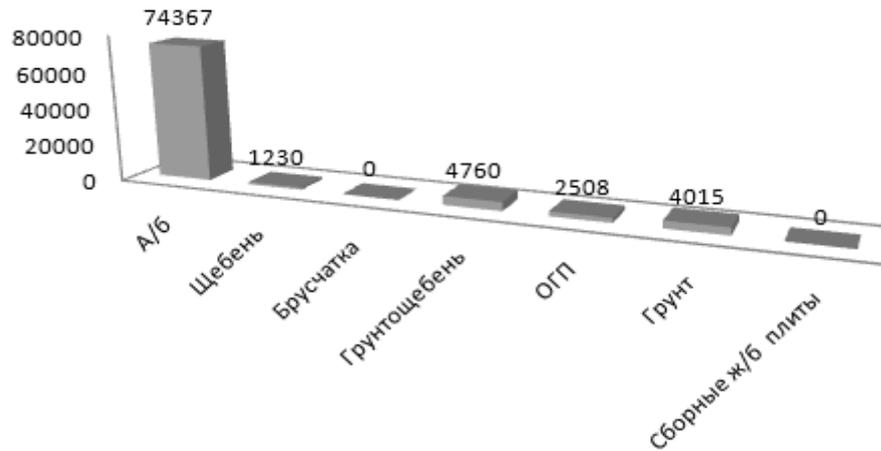


Рисунок 7 – Протяженность проезжей части дорог с различными типами покрытия в Никитовском районе, м

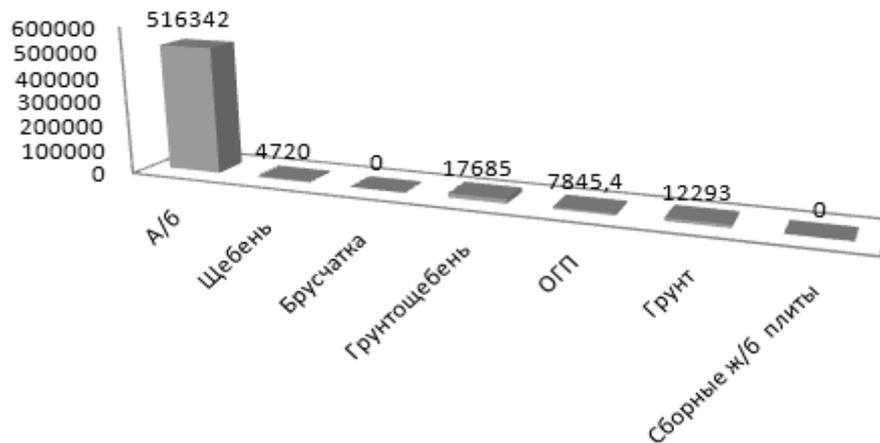


Рисунок 8 – Площадь проезжей части дорог с различными типами покрытия в Никитовском районе, м²

Были также определены коэффициенты физического износа дорог. Протяженность улиц и дорог с коэффициентом физического износа больше 30 % составила в: Центральном-Городском районе – 84391 м, Калининском – 25464 м, Никитовском – 25560 м. Соответственно площади: 467489,1 м², 177741,2 м² и 161155,3 м² [1].

Распространенными деформациями и разрушениями на автомобильных дорогах являются: износ покрытия, волны, сдвиги, трещины, просадки, выбоины и др.

Основной вид разрушения дорожного покрытия в городе – трещины, которые являются начальной стадией дальнейшего разрушения как покрытия, так и дорожной одежды.

В зависимости от природы возникновения трещинообразование приобретает различные формы (рисунок 9):

- отраженные трещины возникают в результате концентрации напряжений в асфальтобетоне над швами и трещинами основания при перемещениях плит и блоков основания;

- температурные трещины образуются за счет возникновения температурных напряжений при охлаждении покрытия, как правило, по истечении нескольких лет вследствие старения битума, из-за чего асфальтобетон теряет свою деформационную способность при отрицательной температуре;

- силовые трещины образуются за счет возникновения напряжений от действия транспортной нагрузки при недостаточной несущей способности основания или при недостаточной прочности асфальтобетона на изгиб [2];

- технологические трещины возникают в результате неправильного подбора состава асфальтобетонной смеси, нарушения технологии устройства слоев и уплотнения смеси, а также в местах продольных и поперечных сопряжений смежных полос асфальтобетонного покрытия;

– усталостные трещины возникают преимущественно в виде поперечных трещин на нижней поверхности дорожного покрытия вследствие прогиба слоев дорожной одежды, затем в течение 6–12 лет в зависимости от интенсивности движения и климатических факторов прорастают на всю толщину дорожного покрытия; могут также развиваться от поверхности покрытия вниз;

– продольные трещины часто возникают прямо на или в непосредственной близости от колесного пути, а также в строительных стыках [3].



Рисунок 9 – Виды трещин в дорожных покрытиях:

- а) отраженные трещины; б) температурные трещины; в) силовые трещины;
г) технологические трещины; д) усталостные трещины; е) продольные трещины

Отраженные трещины возникают, как правило, вблизи от источника прямо над швами или трещинами и растут постепенно снизу вверх. Внешними признаками отраженных трещин являются интервалы между трещинами, равные интервалам между швами или трещинами в основании, большая извилистость и ширина раскрытия. В устье отраженных трещин, где наблюдается перемещение плит под воздействием транспортной нагрузки, накапливается несвязанный материал из основания.

Внешними признаками температурных трещин являются, кроме четко выраженного интервала между ними, изменение ширины раскрытия трещины в зависимости от изменения температуры окружающего воздуха (в том числе при суточном перепаде температур), слегка искривленный профиль с кромками, расположенными под прямым углом к устью трещины.

Сетки трещин могут иметь серповидный профиль, который обычно приурочен к кромкам проезжей части и местам сопряжений с конструктивными элементами (бордюры, тротуары и т. п.), где проходит единичная, не часто повторяющаяся нагрузка.

Примером силовых трещин в виде сетки являются усталостные трещины, которые называют «крокодиловой кожей». Подобные трещины развиваются, начиная с низа покрытия, и по мере воздействия нагрузки и накопления остаточных деформаций в массиве асфальтобетона проявляются на поверхности.

К основным видам технологических трещин относят: трещины на сопряжении смежных полос уложенного покрытия, поперечные трещины, образующиеся при уплотнении асфальтобетонной смеси, трещины, вызванные недостаточным сцеплением поперечных рабочих швов и т. п. Внешними признаками технологических трещин является их малая глубина распространения и малая ширина раскрытия в начальный период зарождения трещин.

Продольное трещинообразование может быть предвестником появления усталостных трещин, в особенности, если более двух трещин присутствуют на колесном пути.

В большинстве случаев на асфальтобетонном покрытии городских улиц и дорог были выявлены силовые трещины разной степени раскрытия.

Основной причиной возникновения таких трещин является воздействие сверхнормативной транспортной нагрузки, при котором асфальтобетонное покрытие работает на изгиб. При этом максимальные растягивающие напряжения возникают в нижней зоне, величина которых зависит от толщины покрытия [4], соотношения модулей упругости покрытия и основания [3].

В летнее, частично осеннее и зимнее время года, когда грунт земляного полотна имеет высокую жесткость, а также в любой период для конструкций с основаниями повышенной жесткости, под действием транспорта на подошве монолитного слоя ($z = 0$) под центром отпечатка колеса, как и на поверхности слоя ($z = h$), возникают сжимающие горизонтальные нормальные напряжения ($+s_y$) ($y = 0$; $z = 0$) (рисунок 10). В весенний период, когда грунт земляного полотна переувлажнен, в нижней части покрытия возникают растягивающие напряжения ($-s_y$) ($y = 0$; $z = 0$), причем поверхностные растягивающие напряжения ($-s_y$) ($y > y_0$ ($z = h$); $z = h$), как правило, значительно меньше. При этом на некотором расстоянии y_0 ($z = 0$) появляются сжимающие горизонтальные нормальные напряжения ($+s_y$) ($y > y_0$ ($z = 0$); $z = 0$). В то же время на поверхности покрытия на расстоянии $y > y_0$ ($z = h$) всегда возникают поверхностные горизонтальные нормальные растягивающие напряжения ($-s_y$) ($y > y_0$ ($z = h$); $z = h$) [5].

Таким образом, возникают силовые одиночные трещины с ответвлениями и искривлениями, расположенные под разными углами к оси проезжей части. Кроме того, действие транспортной нагрузки может вызвать появление отраженных трещин в верхнем слое покрытия вследствие вертикального сдвига нижнего асфальтобетонного слоя или цементобетонных плит, возникающего при переходе колеса с одного края трещины на другой (предполагается, что вертикальные смещения нарушают сплошность в нижележащих слоях) (рисунок 11) [6].

Для дальнейшей оптимизации городских ремонтных работ необходимо определить сеть улиц и дорог приоритетного ремонта, для которых следует установить природу возникновения дефектов и деформаций и способы их устранения с применением современных материалов и технологий.

В настоящее время применяют следующие способы устранения трещин: ремонт методом струйного нагнетания, ремонт картами с заполнением горячим асфальтобетоном, ремонт с заменой верхнего слоя дорожного покрытия и армирование асфальтобетонных слоев с помощью геосинтетических материалов.

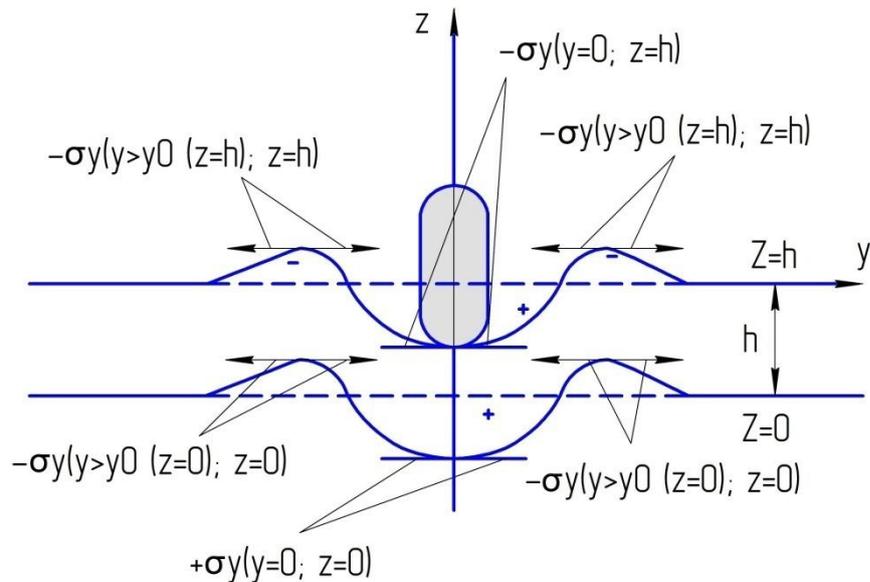


Рисунок 10 – Схема прогиба покрытия при действии нагрузок от колеса

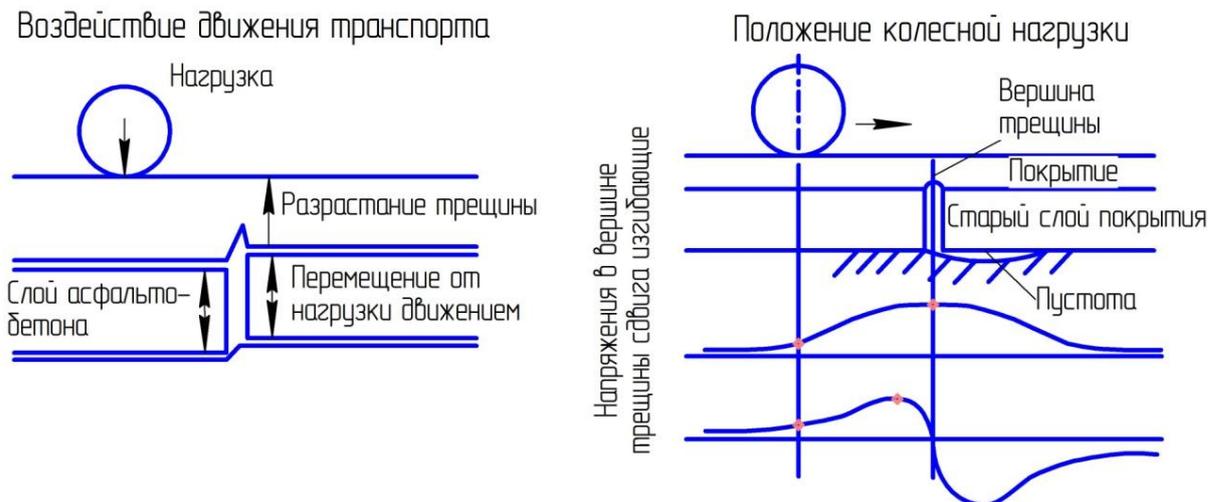


Рисунок 11 – Механизм трещинообразования

Метод струйного нагнетания эффективно реализуется при использовании комплексной машины ремонта дорожных покрытий. Оборудование машины обеспечивает выполнение одним оператором всех технологических операций: удаление пыли, грязи, посторонних частиц, подгрунтовка ремонтируемой поверхности распылением эмульсии, заполнение ремонтируемого объема однородной ремонтной смесью – каменным материалом-эмульсией и присыпка отремонтированной поверхности каменным материалом. Уплотнение ремонтного материала после заполнения объема не требуется.

В случае ремонта дорог картами с заполнением горячим асфальтобетоном обеспечивается восстановление высоких эксплуатационных характеристик – происходит прочное и долговременное сцепление материала основного и ремонтного покрытия. После вырубке карт отбойным инструментом и заливки горячей асфальтобетонной смеси производится уплотнение материала катками.

Ремонт с заменой верхнего слоя дорожного покрытия выполняется путем удаления верхнего дефектного слоя покрытия фрезерованием на глубину 50...60 мм и последующего заполнения фрезерованного участка горячей асфальтобетонной смесью, затем производится уплотнение слоя катками. Ремонт дорожного полотна осуществляется в сухую погоду при температуре не ниже +5°C.

При армировании асфальтобетонных слоев геосинтетическими материалами выполняют следующие операции:

- устранение неровностей, выбоин, а также других дефектов поверхности;
- очистка территории от пыли и грязи;
- герметизация трещин, ширина которых превышает 5 мм;
- розлив вяжущего, в качестве которого могут использоваться битумные эмульсии классов ЭБК-1, ЭБК-2 или битум типов БНД 60/90, БНД 40/60;
- укладка геосинтетического материала посредством равномерного раскатывания рулонов. Полотно пристреливают к покрытию дюбелями посредством монтажного пистолета;
- повторный розлив вяжущего выполняется только при возникновении необходимости;
- распределение горячей асфальтобетонной смеси;
- уплотнение слоя катками.

Выводы

В результате обследования городских улиц и дорог выявлено, что преобладающим типом покрытия является асфальтобетон со степенью износа больше 30 % в Центральном-Городском районе – 84391 м, Калининском – 25464 м, Никитовском – 25560 м. Трещины составляют 60 % от общего количества разрушений покрытий. Силовые трещины возникают под воздействием сверхнормативной транспортной нагрузки, при котором асфальтобетонное покрытие работает на изгиб, что значительно уменьшает срок его службы. Из множества существующих способов борьбы с трещинообразованием перспективным является использование геосинтетических материалов в слоях покрытия, которые воспринимают растягивающие напряжения в нижних слоях асфальтобетона.

Список литературы

1. Звіт з господарсько-договірної теми «Технічна інвентаризація міських вулиць м. Горлівки станом на 25.06.12». – 2012. – 17 с.
Zvit z hospodarsko-dohovirnoi temy “Tekhnichna inventaryzatsia miskykh vulyts m. Horlivky stanom na 25.06.12” (Report on Economic and Contractual Matter “Technical Inventory of Urban Streets of Gorlovka as at 25.06.12”). – 2012. – 17 s.
2. Носов В. П. Увеличение сроков службы дорожных одежд – стратегическая задача дорожной науки / В. П. Носов. – Автомобильные дороги. – 2006. – № 12. – 81–86 с.
Nosov V. P. Uvelicheniye srokov sluzhby dorozhnykh odezhd – strategicheskaya zadacha dorozhnoy nauki (Increase of Service Life of Road Surfacing – Strategic Objective of Road Science) / V. P. Nosov. – Avtomobilnyye dorogi. – № 12. – 81–86 s.
3. Веренько В. А. Деформации и разрушения дорожных покрытий: причины и пути устранения / В. А. Веренько. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2008. – 304 с.
Verenko V. A. Deformatsii i razrusheniya dorozhnykh pokrytyi: prichiny i puti ustraneniya (Deformations and Damages of Road Surfacing: Determining the Causes and Getting Resolution) / V. A. Verenko. – Minsk: Belaruskaya Entsyklopedyya imya P. Brovki, 2008. – 304 s.
4. Ладыгин Б. И. Прочность и долговечность асфальтобетона / под ред. Б. И. Ладыгина. – Минск: Наука и техника, 1972. – 187 с.
Ladygin B. I. Prochnost i dolgovechnost asfaltobetona (Asphalt Concrete Strength and Longevity) / pod. red. B. I. Ladygina. – Minsk: Nauka i tekhnika, 1972. – 187 s.
5. Государственный стандарт Украины 3587-97. Автомобильные дороги, улицы и железнодорожные переезды. Требования к эксплуатационному состоянию. – К., 1997. – № 441. – 22 с.
Gosudarstvennyy standard Ukrainy 3587-97. Avtomobilnyye dorogi, ulitsy i zheleznodorozhnyye pereyezdy. Trebovaniya k ekspluatatsionnomu sostoyaniyu (State Standard of Ukraine 3587-97. Automobile Roads, Streets and Railway Crossings. The Requirements to Operating Condition). – K., 1997. – № 441. – 22 s.
6. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. – М., 1986. – 76 с.
SNiP 3.06.03-85. Avtomobilnyye dorogi (Automobile Roads). – M., 1986. – 76 s.
7. ВСН 24-88. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог (взамен ВСН 24-74). – М., 1989. – 158 с.

VSN 24-88. Tekhnicheskiye pravila remonta i sodержaniya avtomobilnykh dorog (vzamen VSN 24-74) (Technical Regulations on Reconditioning and Maintenance of Roads (Instead of VSN (Industrial Construction Standards) 24-74). – M., 1989. – 158 s.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В. В. Гончаренко, АДІ ДонНТУ
Стаття надійшла до редакції: 01.07.2013