Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и тоннелей

УДК 625.712

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-2-195-199

© Е. А. Алексеева, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: foxymama@mail.ru

© E. A. Alekseeva, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: foxymama@mail.ru

УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ СОДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТА ГОРОДСКИХ ДОРОГ С АСФАЛЬТОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

ACCOUNTING THE FEATURES OF MAINTENANCE AND REPAIR OF THE CITY ROADS WITH ASPHALTIC CONCRETE PAVEMENT FOR EVALUATION AND SAFETY PROVISION OF THEIR OPERATION

Показано, что многолетняя и надежная работа городской дороги (улицы) обусловливается составом воздействий и интенсивностью износа дорожной конструкции в целом и входящих в нее частей (в том числе покрытия), а также своевременностью необходимых ремонтных мероприятий, восстанавливающих работоспособность дороги, включая работы на подземных коммуникациях. Для обеспечения однородности обосновано создание системы планирования и координации действий по ремонту и содержанию объектов улично-дорожной сети в увязке с комплексом работ на подземных инженерных сетях, что позволит минимизировать общие расходы на эксплуатацию и ремонт, а также достичь наибольшего эффекта для транспортно-эксплуатационного состояния городских дорог и тем самым обеспечить безопасность их функционирования.

Ключевые слова: городские дороги, водно-тепловой режим, износ и неоднородность дорожной конструкции, инженерные коммуникации, морозное пучение, ямочный ремонт, колеи.

The paper demonstrates, that a long-term and reliable work of the city roads (streets) is due to composition effects and rate of wear of road construction as a whole and its component parts (including the surfacing), as well as the timeliness of required maintenance activities reviving the carrying capacity of the road, including works at underground communications. To ensure homogeneity, it is required to create a system of planning and coordination activities on repair and maintenance of the road network in conjunction with a complex of engineering works at underground networks. This would minimize the total cost of maintenance and repair, as well as achieve the biggest effect for the transport-operational condition of the city roads thereby ensuring the safety of their operation.

Keywords: city roads, water-thermal mode, wear and heterogeneity of road construction, engineering communications, frost heave, patching, rutting.

В отличие от дорог общего пользования, городские улицы в большей степени подвержены влиянию водно-теплого режима, так как наличие разнообразных подземных коммуникаций, расположенных в границах улиц, приводит к неравномерному поднятию поверхности вследствие морозного пучения, что в свою очередь ведет к появлению взбуриваний и трещин

в асфальтобетонных дорожных покрытиях. При этом неравномерность обусловлена неоднородностью грунтов и дорожной одежды, различным распределением в них влаги, неодинаковой теплопроводностью и, как следствие, неравномерным промерзанием [1, 2].

Поэтому одной из основных проблем обеспечения эксплуатационной надежности городских

улиц и дорог является снижение вредного воздействия морозного пучения на дорожную конструкцию путем рационального регулирования водно-теплого режима земляного полотна, в частности за счет своевременного ремонта дренажа.

В городских условиях водно-тепловой режим зависит не только от общих сезонных закономерностей, но и от реального увлажнения, возникающего в том числе от прорыва коммуникаций. Вытекающая при прорывах вода с учетом уменьшения площади испарения за счет асфальтирования улиц и площадей меняет уровень (горизонт) грунтовых вод (УГВ) [3].

Источники увлажнения, формирующие водно-тепловой режим в городе, представлены в таблице.

Выявление источников увлажнения позволяет назначить меры по предупреждению избыточного увлажнения и борьбы с ним. На первом этапе необходимо изучить инженерно-геологические характеристики избыточно увлажненных участков, а также свойства грунтов, их несущую способность и глубину залегания грунтовых вод, что оказывает влияние на изменчивость эксплуатационных качеств и сроки службы дорожной конструкции. Кроме этого, плановые ремонты и устранение аварий на подземных трубопроводах приводят к вскрытию проезжей части улиц, что нарушает однородность грунтового основания и ровность дорожного покрытия, поэтому их следует производить в соответствии с рекомендациями по приемке восстановления нарушений и благоустройства после ремонтных работ на инженерных коммуникациях [4].

В настоящее время при строительстве и ремонте дорог в городских условиях все большую

актуальность приобретают технологии укрепления переувлажненного грунтового основания неорганическим вяжущим, что позволяет повысить модуль упругости грунта и снизить стоимость дорожной одежды [5]. Также не следует забывать, что уменьшения влияния морозного пучения грунтов и избытка в них влаги можно добиться качественным выполнением отдельных технологических операций, таких как повышение дренирующей способности дорожной одежды, соблюдением режима укладки, уплотнения, в том числе в труднодоступных местах (возле бордюров, люков, смотровых колодцев и др.).

Еще одним фактором неоднородности по ровности покрытия является колейность. Наличие колеи на поверхности покрытия оказывает существенное влияние на безопасность движения автотранспортного средства. При разных величинах колейности (глубины и длины волны) при переходе из одной колеи в другую значительно усиливается риск возникновения ДТП. С нашим участием выполнена теоретическая разработка по оценке возможных значений ДТП, в том числе при обгоне на разных скоростях, при разных характеристиках колейности и длины участка обгона. Методика позволяет оценить риск возникновения ДТП при обгоне [6].

Фактор изменчивости шероховатости (коэффициента сцепления) и ровности существенно влияет на работоспособность дорожного покрытия, как и на безопасность движения, поэтому минимизация коэффициента вариации и его изменчивости способствует повышению надежности работы проезжей части. Обычно используются детерминированные, ручные методы контроля и некомплексные показатели оценки качества выполненных ремонтных работ [7].

Источники увлажнения, формирующие водно-тепловой режим в городе

Естественные факторы увлажнения	Искусственные факторы увлажнения
1. Ливневые и талые воды, поступающие в грунт за счет выпадения атмосферных осадков	1. Подпор подземных вод гидротехническими сооружениями
2. Напорные и безнапорные подземные воды	2. Подтопление подземных вод атмосферными осадками при отсутствии поверхностного стока
3. Подземные воды, притекающие со стороны, со склонов, возвышенных участков, фильтрационные воды, поступающие из водоемов, рек и др.	3. Переувлажнение грунта в результате прорывов на коммуникациях
4. Диффундирование водяного пара с воздухом в грунте земляного полотна	4. Локальное увлажнение и поднятие УГВ в результате утечек из водопроводно-канализационных сооружений

Минимизировать коэффициент вариации и величину его разброса при таком подходе не представляется возможным, например, при выполнении работ по устройству локального (ямочного) ремонта коэффициент вариации плотности составлял на разных участках 0,084–0,17, что неизбежно привело к разрушению покрытия через 1,5 года эксплуатации [8, 9].

Главной задачей повышения долговечности и работоспособности дороги является выбор стратегии ее ремонта и эффективного метода, учитывающего изменение условий работы дороги во времени, адекватного реагирования на изменяющиеся условия в течение жизненного цикла дороги путем своевременного проведения для данного времени необходимых работ.

Трудности выбора метода в том, что большинство городских дорог ремонтировались способом стадийной реконструкции, то есть постепенной «перестройки». Если рассмотреть городскую дорогу в поперечном сечении, то можно увидеть, что на одной ее части покрытие, основание и подстилающие слои находятся в эксплуатации 15–20 лет, на другой 5–10 лет, то есть дорожная одежда неоднородна по составу материалов, а иногда и слоев.

Во многих случаях (на грузонапряженных трассах) лучше переработать всю существующую конструкцию, но использовать такой метод не всегда представляется возможным.

По городским дорогам приходится принимать решения по ремонту «в узком коридоре» параметров существующей конструкции с анализом технико-эксплуатационного и экономического состояния.

Решать данную проблему на исходном этапе позволяет использование оперативных экспресс-методов и передовых технологий, например, используя установки Mercedes-Benz Laser RST 3701-086-04 Sprinter 319 CDI. Данное оборудование позволяет перейти на иной качественный уровень проведения диагностики и контроля автомобильных дорог в части измерения динамического модуля упругости, ровности и параметров микропрофиля дорожных покрытий, их изменчивости.

Разработка комплекса мероприятий, направленных на создание и применение новых или модернизацию существующих способов орга-

низации работ по диагностике городских дорог, позволит повысить их долговечность и работоспособность путем выбора стратегии ремонта и эффективного метода, учитывающего изменение условий работы дороги во времени, адекватного реагирования на изменяющиеся условия в течение жизненного цикла дороги путем своевременного проведения для данного времени необходимых работ [10, 11].

Подводя итоги вышеизложенному материалу, отмечаем, что:

- городские дороги и улицы значительно отличаются от загородных автомобильных дорог наличием подземных коммуникаций, которые оказывают влияние на водно-тепловой режим грунтового основания и приводят к нарушению устойчивости дорожной конструкции в целом и снижению ее срока службы. Учет и регулирование негативных воздействий технических и природных факторов необходимо осуществлять как при реконструкции, так и при эксплуатационном содержании дорог;
- отказы в работе инженерных коммуникаций в виде прорывов в трубах и коллекторах усугубляют неоднородность величин расчетных показателей несущей способности грунтового массива дорожной конструкции, в том числе усиливают неравномерность морозного пучения и расшатывание исходной структуры дорожной одежды;
- оценка факторов влияния, связанных с локальными воздействиями от нештатной работы инженерных коммуникаций, и накопление статистических данных позволят осуществить прогноз изменения несущей способности и транспортно-эксплуатационных показателей дорожной одежды и принимать эффективные меры при их ремонте и реконструкции;
- качественное выполнение ремонта с учетом характера разрушений дорожного покрытия требует обеспечения однородности его показателей восстанавливаемой части с показателями смежной неразрушенной поверхности на основе равенства их коэффициентов вариации;
- неоднородность несущей способности дорожной конструкции от локальных воздействий природных и инженерных факторов влияния обуславливает изменчивость продольной и поперечной ровности, а также сцепных качеств,

совместно снижающих работоспособность дорожной одежды;

- оценка основных показателей неоднородности на основе современных средств диагностики при анализе фактического эксплуатационного состояния с учетом роли влияния основных факторов позволит производить эффективный ремонт и содержание дорог, обеспечивающих повышение сроков их безопасного и комфортного функционирования.

Библиографический список

1. Полянская К. С. Исследование морозного пучения городских дорог: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. Л., 1976.
2. Рекомендации по совершенствованию методов борьбы с пучинами при ремонте автомобильных дорог. М.: Информавтодор, 1991. 38 с.
3. Алексеева Е. А. Обеспечение безопасности функционирования городских дорог с асфальтобетонным покрытием // Вестник Псковского государственного университета. Сер. «Технические науки». 2016. № 3. С. 90–94.
4. Карпов Б. Н., Симановский А. М., Олехнович В. П., Гуров А. А. Создание системы мониторинга автомобильных дорог в Санкт-Петербурге с использованием информационных технологий // Научные технологии и инновации: сб. докл. юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им. В. Г. Шухова. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. Ч. 6. С. 41–45.
5. Кириенко В. А. Особенности строительства городских дорог на участках с переувлажненными грунтами // Проблемы развития дорожно-транспортного комплекса: межвуз. сб. науч. трудов. СПб.: СПбГАСУ, 2006. С. 23–24.
6. Карпов Б. Н., Алексеева Е. А. Влияние поперечной ровности (колеяности) покрытия на безопасность движения при обгоне // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 2 (55). С. 192–195.
7. ГОСТ Р 50597–93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. М.: Изд-во Госстандартов, 1994.
8. Ермилов А. А. Повышение качества уплотнения асфальтобетонного покрытия городских дорог вибрационными катками: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11. Волгоград, 2015.
9. Столяров В. В. Дорожные условия и организация движения с использованием теории риска: учеб-

ное пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 1999. 169 с.

10. Слободчиков Ю. В. Проектирование ремонтных и ремонтно-восстановительных работ на автомобильных дорогах с использованием ЭВМ. М.: Информавтодор, 1999. 124 с.

11. Васильев А. П. и др. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочная энциклопедия дорожника. Т. 2. М.: Информавтодор, 2004.

References

1. Polyanskaya K. S. *Issledovanie moroznogo pucheniya gorodskikh dorog. Avtoref. diss.kand. tekhn. nauk* [Investigating the frost heave of city roads. Author's thesis of PhD in Sci. Tech. diss.]. Leningrad, 1976.
2. *Rekomendatsii po sovershenstvovaniyu metodov bor'by s puchinami pri remonte avtomobil'nykh dorog* [Recommendations about improvement of methods of fighting against frost heave at highway repair]. Moscow, Informavtodor Publ., 1991, 38 p.
3. Alekseeva E. A. *Obespechenie bezopasnosti funktsionirovaniya gorodskikh dorog s asfal'tobetonnyim pokrytiem* [Providing the functioning safety of the city roads with asphalt carpet]. *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. «Tekhnicheskie nauki» – Bulletin of the Pskov state university. "Technical science"*, 2016, no. 3, pp. 90–94.
4. Karpov B. N., Simanovskiy A. M., Olekhovich V. P., Gurov A. A. *Sozdanie sistemy monitoringa avtomobil'nykh dorog v Sankt-Peterburge s ispol'zovaniem informatsionnykh tekhnologiy* [Creating the system of monitoring of the highways in St. Petersburg with use of information technologies]. *Trudy Yubileynoy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 60-letiyu BGTU im. V. G. Shukhova «Naukoemkie tekhnologii i innovatsii»* [Proc. of the Jubilee Int. Sci. – pract. conf. at BGTU devoted to the 60-th anniversary of V. G. Shukhov "High technologies and innovations"]. Belgorod, BGTU Publ., 2014, Pt. 6, pp. 41–45.
5. Kirienko V. A. *Osobennosti stroitel'stva gorodskikh dorog na uchastkakh s pereuvlazhnennymi gruntami* [Features of construction of city roads on sites with the humidified soils]. Coll. of sci. works "Problems of development of a road and transport complex". St. Petersburg, SPSUACE, 2006, pp. 23–24.
6. Karpov B. N., Alekseeva E. A. *Vliyanie poperechnoy rovnosti (koleynosti) pokrytiya na bezopasnost' dvizheniya pri obgone* [The influence of transverse regularity of the surface level (rutting) of covering on traffic safety at overtaking]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 2 (55), pp. 192–195.
7. GOST R 50597–93. *Avtomobil'nye dorogi i ulitsy. Trebovaniya k ehkspluatatsionnomu sostoyaniyu, dopusti-*

тому по условиям обеспечения безопасности дорожно-го движения [GOST P 50597-93. Highways and streets. Requirements to the operational state, admissible under the terms of traffic safety]. Moscow, Izdatel'stvo Gosstandartov Publ., 1994.

8. Ermilov A. A. *Povyshenie kachestva uplotneniya asfal'tobetonnoy pokrytiya gorodskikh dorog vibratsionnyimi katkami*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Improvement of compression quality of the asphalt carpet of city roads by using vibration skating rinks. Author's thesis of PhD in Sci. Tech. diss.]. Volgograd, 2015.

9. Stolyarov V. V. *Dorozhnye usloviya i organizatsiya dvizheniya s ispol'zovaniem teorii riska: uchebnoe posobie*

[Road conditions and the traffic organization using the theory of risk. Teaching manual.]. Saratov, Saratov state technical university, 1999, 169 p.

10. Slobodchikov Yu. V. *Proektirovanie remontnykh i remontno-vosstanovitel'nykh rabot na avtomobil'nykh dorogakh s ispol'zovaniem EHVМ* [Designing the repair and recovery operations on highways with use of computers]. Moscow, Informavtodor Publ., 1999, 124 p.

11. Vasil'ev A. P. i dr. *Remont i sodержanie avtomobil'nykh dorog* [Repair and maintenance of highways]. *Spravochnaya ehntsiklopediya dorozhnika* [Reference encyclopedia of the road builder]. Vol. 2. Moscow, Informavtodor Publ., 2004.