

Исследование транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги общего пользования на примере улиц Гражданская и Производственная в г. Каменка

УДК 625.7/.8

Хрянина О.В.

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Геотехника и дорожное строительство», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (г. Пенза); e-mail: olgahryanina@mail.ru

Саксонова Е.С.

Старший преподаватель кафедры «Геотехника и дорожное строительство», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (г. Пенза); e-mail: saksonovalena@ya.ru

Абаев Д.В.

Магистрант, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (г. Пенза); e-mail: dmitrii_abaev@mail.ru

Статья получена: 12.11.2019. Рассмотрена: 16.11.2019. Одобрена: 21.12.2019. Опубликовано онлайн: 31.12.2019. ©РИОР

Аннотация. В статье на практическом примере рассматриваются изменения транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги общего пользования и дорожной одежды с возможностью обоснования и учета указанных изменений при проектировании, эксплуатации и ремонте.

Методический подход обследования состояния автомобильной дороги и дорожной одежды предусматривает на первом этапе визуальный осмотр дороги и выявление участков с видимыми дефектами существующего земляного полотна и дорожной одежды. На втором этапе осуществлялось вскрытие шурфами асфальтового полотна в местах

наиболее видимых повреждений с целью отбора образцов дорожной одежды и последующего анализа. Выявлены дефекты и причины возникновения деформаций асфальтобетонного покрытия и существующего земляного полотна. Даны рекомендации по устранению причин деформаций и усилению покрытия.

Ключевые слова: транспортно-эксплуатационные показатели, обоснование, дорожное покрытие, асфальтобетонное покрытие, слои усиления покрытия, ремонт.

Цель исследования. В данной статье рассматриваются изменения транспортно-эксплуата-

RESEARCH OF TRANSPORT AND OPERATIONAL STATE OF A PUBLIC HIGHWAY ON THE EXAMPLE OF CIVIL AND INDUSTRIAL STREETS IN KAMENKA

Olga Hryanina

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Geotechnics and Road Construction, Penza State University of Architecture and Construction, Penza;
e-mail: olgahryanina@mail.ru

Elena Saksonova

Senior Lecturer, Department of Geotechnics and Road Construction, Penza State University of Architecture and Construction, Penza;
e-mail: saksonovalena@ya.ru

Dmitriy Abaev

Master's Degree Student, Penza State University of Architecture and Construction, Penza; e-mail: dmitrii_abaev@mail.ru

Manuscript received: 12.11.2019. **Revised:** 16.11.2019. **Accepted:** 21.12.2019. **Published online:** 31.12.2019. ©RIOR

Abstract. The article uses a practical example to consider changes in the transport and operational state of the public highway and road surface, with the possibility of justifying and taking into account these changes in the design, operation and repair.

The methodological approach of the road and road surface survey provides for the first stage of visual inspection of the road and identification of areas with visible defects of the existing roadbed and road surface. At the second stage, the asphalt roadbed was opened by pits in the most visible areas of damage in order to take samples of road clothing and subsequent analysis. Defects and causes of deformations of asphalt concrete pavement and existing roadbed were identified. Recommendations for eliminating the causes of deformations and strengthening the coating are given.

Keywords: transport and operational indicators, justification, road surface, asphalt concrete pavement, pavement reinforcing layers, repair.

ционного состояния автомобильной дороги общего пользования и дорожной одежды с возможностью обоснования и учета указанных изменений при проектировании, эксплуатации и ремонте на практическом примере.

Методы. Выявлены причины возникновения деформаций дорожной одежды и земляного полотна. Методический подход обследования состояния автомобильной дороги общего пользования и дорожной одежды предусматривает на первом этапе визуальный осмотр дороги и выявление участков с видимыми дефектами существующего земляного полотна и дорожной одежды. На втором этапе осуществлялось вскрытие шурфами асфальтового полотна в местах наиболее видимых повреждений с целью отбора образцов дорожной одежды и последующего анализа.

Техническое и эксплуатационное состояние автомобильных дорог зависит от принятых при проектировании расчетных нагрузок для данной категории дорог общего пользования. Большинство существующих автомобильных дорог в Пензенской области запроектированы и построены более десяти-двадцати лет назад. В настоящее время значительно увеличился трафик и грузоподъемность автотранспорта, плотность потока. Соответственно многократно возросла нагрузка на дорожное покрытие и земляное полотно [1–3].

При воздействии осевых нагрузок выше сверхнормативных на дорогу происходят изменения в худшую сторону состояния дорожной одежды. Как следствие этого возникает необходимость преждевременной реставрации и ремонта дорожной одежды, а иногда и существующего земляного полотна [4–7]. Основным в решении данной проблемы являются улучшения геометрических параметров, обеспечение двухскатного поперечного профиля, ровности дороги, сцепных качеств покрытий и пр. [8–10].

Повышение прочности и несущей способности автодорог до соответствующего современным условиям эксплуатации требует ощутимых для заказчика трудозатрат и капиталовложений.

Основанием для проведения данной работы явились рекомендации государственного казенного учреждения «Управление строительства и дорожного хозяйства Пензенской области». Исследуемый участок дороги протяженностью 1,5 км административно принадлежит г. Каменка Каменского района Пензенской области.

Основные задачи:

- определение транспортно-эксплуатационных показателей состояния покрытия автомобильных дорог — ровности дорожного покрытия, обеспечение двухскатного поперечного профиля на прямых участках дороги и односкатного на участках закруглений со значением радиуса 2000 м и менее;
- определение уровня безопасности земляного полотна и дорожной одежды, её работоспособности и противодействия автотранспортным нагрузкам по окончании межремонтного периода.

Известно, что нормативы устанавливают периодическую ревизию технических параметров автодорог. При измерении расчетной интенсивности, скорости и категории дороги нормы определяют срок равный 20 годам. При выборе типа дорожного покрытия и показателя ее прочности время обоснования равно от десяти до 18 лет.

В нашем случае на время выполнения исследований, данная дорога эксплуатируется на протяжении 12 лет, от даты единственного ремонта, проведенного в 2007 г. В ходе автоэксплуатационного периода времени ежегодно проводились комплексные работы по сезонному уходу и содержанию автодороги.

Участок автодороги состоит из основной дороги 1,582 км проходящей по ул. Гражданская и ул. Производственная. Имеет 13 съездов в улицы. Основная дорога совмещает две полосы движения по три метра каждая и грунтовые обочины шириной до трех метров (рис. 1).

Основные транспортные артерии, расположенные в районе тяготения ремонтируемого участка дороги: Куйбышевская железная дорога, автомобильные дороги «г. Каменка — пгт. Пачелма» и «г. Тамбов — г. Пенза».

По дороге в транспортном потоке движутся машины различной грузоподъемности и с различной скоростью. Чем интенсивнее движение транспорта в потоке, тем выше требования к техническому и эксплуатационному состоянию дороги. Основное назначение обследуемой дороги — обеспечение культурных и экономических связей внутри г. Каменка, а также обслуживание производственных и транспортных нужд заводов «Белинсксельмаш», ОАО «Атмиссахар», ООО «Каменка Мясо», ОАО «Хлебозавод «Каменский»», ППО ГУП «Каменский семен-

ной завод», ООО «Белинскстрой Риэлти», ООО «Строймаш».

Методы и материалы

На первом этапе экспертного обследования выполнен визуальный осмотр дороги и выявлены участки с видимыми дефектами существующего земляного полотна (просадки) и дорожной одежды (трещины, выбоины и т.д.). Проведен анализ представленных материалов для экспертизы (рис. 1).



Рис. 1. Участок автодороги общего пользования ПК 0+50 по ул. Гражданская — Производственная

На втором этапе осуществлялось вскрытие асфальтового полотна в местах наиболее видимых вышеперечисленных повреждений с целью отбора образцов дорожной одежды.

При обследовании состояния дорожной одежды были устроены шурфы и изъятые образцы керна для дальнейшего анализа (рис. 2).



Рис. 2. Фотофиксация шурфа № 1 на участке дороги ПК 0+50

Шурф № 1 (рис. 2) диаметром 180 мм устроен на ПК 0+50 слева по ходу пикетажа.



Рис. 3. Участок автодороги общего пользования ПК 8+30 по ул. Гражданская — ул. Производственная



Рис. 4. Фотофиксация шурфа № 2 на участке дороги ПК 8+30

Шурф № 2 (рис. 3, 4) диаметром 200 мм устроен на ПК 8+30 слева по ходу пикетажа.



Рис. 5. Участок автодороги общего пользования ПК 15+80 по ул. Гражданская — ул. Производственная



Рис. 6. Фотофиксация шурфа № 3 на участке дороги ПК 15+80

Шурф № 3 (рис. 5, 6) диаметром 180 мм устроен на ПК 15+80 слева по ходу пикетажа.

Материалы образцов дорожной одежды для дальнейших исследований и оценки представлены в таблице.

Таблица

Материалы образцов дорожной одежды для исследований

Table

Materials of samples of pavement for research

№ шурфа	Диаметр шурфа, мм	Толщина нижнего слоя асфальтобетона, мм	Толщина верхнего слоя асфальтобетона, мм	Толщина основания из щебня, мм
1	180	70	70	150
2	200	60	70	120
3	180	70	70	410

В местах отбора образцов керна № 1–3 основание из щебня соответствует фракции 40÷70 мм на всю толщину слоя 120÷410 мм уплотнений по методу заклинки.

Результаты исследований и оценки состояния автомобильных дорог являются предпроектными материалами и информационной базой для разработки в установленном поряд-

ке проектов ремонта, капитального ремонта и содержания эксплуатируемых дорог в соответствии с [11].

Результаты исследования

На основании визуального осмотра и материалов обследования участка автомобильной дороги общего пользования: улиц Гражданская — ул. Производственная в городе Каменка Каменского района Пензенской области выявлено следующее:

- тип существующего покрытия — усовершенствованный облегченный;
- вид покрытия — асфальтобетон;
- обочины грунтовые — укрепление засевом трав.

Определены геометрические параметры:

- ширина земляного полотна — 12,0 м;
- ширина проезжей части — 6,0 м;
- ширина обочин — 3,0 м.

Согласно замерам, ширина существующей проезжей части колеблется в пределах 5,92÷6,50 м, что соответствует требованиям ГОСТ [12] с учетом допусков, регламентируемых нормами [13].

Визуально выявлены такие дефекты асфальтобетонного покрытия, как:

- трещины с раскрытием до 1,5 см;
- нарушение поперечного уклона;
- колеи по полосам движения.

В ходе исследования выявлено, что основание из щебня находится в удовлетворительном состоянии, ремонт не требуется.

Основные выводы и рекомендации

Асфальтобетонное покрытие обследованной автомобильной дороги не обеспечивает нормативные транспортно-эксплуатационные характеристики, установленные для данного типа покрытия. Геометрические показатели дороги соответствуют требованиям [14; 15]. Фрезерования существующего асфальтобетонного покрытия не требуется.

В изъятых образцах кернов из шурфов № 1–3 материалы не соответствуют данным паспортизации и требованиям [16] к асфальтобетонным покрытиям облегченного усовершенствованного типа при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.

В результате анализа данных обследования для обеспечения безопасности дорожного движения и сокращения дорожно-транспортных

происшествий необходимо провести ремонт автомобильной дороги общего пользования: улиц Гражданская и Производственная в городе Каменка Каменского района Пензенской области протяженностью 1,5 км.

На основании вышеизложенного следует при разработке проектно-сметной документации предусмотреть:

- 1) укладку выравнивающего слоя асфальтобетонного покрытия с обеспечением двухскатного профиля асфальтобетонной смесью марки II типа В согласно требованиям [17];
- 2) устройство слоя усиления покрытия из горячей плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси марки II типа В согласно требованиям [16] Н-0,05 м;
- 3) укрепление существующих обочин на ширину 1,0 м щебнем М400 фракции 20–40 мм согласно требованиям [18], Н-0,11 м.

Заключение

Авторами на конкретном примере выполнено обоснование состояния автомобильной дороги общего пользования. Выявлены дефекты асфальтобетонного покрытия и существующего земляного полотна. Даны рекомендации по устранению причин деформаций и усилению покрытия.

Так как от качества дорожной одежды и земляного полотна зависит безопасность движения на дорогах, то необходимо предъявлять новые повышенные требования к транспортно-эксплуатационным показателям автомобильных дорог при проектировании, строительстве и эксплуатации. Необходимо помнить, что за годы эксплуатации в дорожных конструкциях накапливаются усталостные и резко возрастают остаточные деформации, дороги физически изнашиваются и устаревают. Техническое состояние автомобильных дорог должно соответствовать современным требованиям норм.

Литература

1. *Jaksic V., Keane J., O'Sullivan A.* Effect of Road Surface, Vehicle, and Device Characteristics on Energy Harvesting from Bridge-Vehicle Interactions // *Computeraided Civil and Infrastructure Engineering*. 2016. No. 12. Pp. 921–935.
2. *Paulus H., Schick J., Poirier J.E.* Assessment of dynamic surface leaching of monolithic surface road materials // *Journal of Environmental Management*. 2016. No. 176. Pp. 79–85.
3. *Chandra S., Mehar A., Velmurugan S.* Effect of Traffic Composition on Capacity of Multilane Highways // *Ksce Journal of Civil Engineering*. 2016. No. 20. Pp. 2033–2040.
4. *Бажанов А.П.* Теоретические положения обеспечения надежности автомобильных дорог [Текст] / А.П. Бажанов, Е.С. Саксонова // *Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование*. — 2018. — № 2. — С. 26–31.
5. *Новик В.А.* Эксплуатационные свойства автомобильных дорог [Текст] / В.А. Новик, Е.И. Бельский // *Alfabuild*. — 2018. — № 1. — С. 65–75.
6. *Есипенко И.А.* Оценка надежности нежестких дорожных одежд [Текст] / И.А. Есипенко, Г.Л. Колмогоров // *Транспорт. Транспортные сооружения. Экология*. — 2012. — № 1. — С. 110–118.
7. *Шатманов О.Т.* Анализ причин образования трещин асфальтобетонных покрытий [Текст] / О.Т. Шатманов // *Вестник КГУСТА*. — 2012. — № 4. — С. 123–128.
8. *Efimenko S., Efimenko V., Sukhorukov A.* Assurance of the operational reliability of transport systems via the account of natural-climatic conditions // *AIP Conference Proceedings*. 2016. Vol. 1772.
9. *Романова Е.В.* Влияние изменения региональных эксплуатационных периодов на образование дефектов дорожной одежды [Текст] / Е.В. Романова, Ф.В. Матвиенко, С.А. Гузенок, В.В. Волков // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. — 2011. — № 2. — С. 112–119.
10. *Саксонова Е.С.* Пути повышения работоспособности автомобильных дорог в России [Текст] / Е.С. Саксонова // *Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы VII Всероссийской науч.-практ. конф.* — Пенза: Изд-во ПГУАС, 2016. — С. 42–46.
11. Приказ от 16 ноября 2012 года № 402 «Об утверждении Классификации работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог» (с изменениями на 13 ноября 2018 г.) [Текст].
12. ГОСТ Р 50597-2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля (с поправками) [Текст]. — М.: Стандартинформ, 2012. Дата введения 2018-06-01*.
13. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 (с изм. № 1) [Текст]. Дата введения 2013-07-01.
14. ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог [Текст]. — М.: Стандартинформ, 2006. Дата введения 2006-05-01.
15. ГОСТ 33383-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Методы определения параметров [Текст]. Дата введения 2016-09-08.
16. ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд [Текст]. Дата введения 2001-01-01.
17. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия [Текст]. Дата введения 2014-11-01.
18. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия (с изменениями № 1–4) [Текст].

References

- Jaksic V., Keane J., O'Sullivan A. Effect of Road Surface, Vehicle, and Device Characteristics on Energy Harvesting from Bridge-Vehicle Interactions. *Computer-aided civil and infrastructure engineering*. 2016. No. 12. Pp. 921–935.
- Paulus H., Schick J., Poirier J.E., Assessment of dynamic surface leaching of monolithic surface road materials. *Journal of environmental management*. 2016. No. 176. Pp. 79–85.
- Chandra S., Mehar A., Velmurugan S. Effect of Traffic Composition on Capacity of Multilane Highways. *Ksce Journal of Civil Engineering*. 2016. No. 20. Pp. 2033–2040.
- Bazhanov A.P., Saksonova E.S. Teoreticheskie polozheniya obespecheniya nadezhnosti avtomobil'nyh dorog [Theoretical provisions for ensuring the reliability of roads]. *Vestnik PGUAS: stroitel'stvo, nauka i obrazovanie* [Bulletin of the PSUAS: construction, science and education]. 2018, I. 2, pp. 26–31.
- Novik V.A., Bel'skij E.I. Ekspluatatsionnye svoystva avtomobil'nyh dorog [Operational properties of roads]. *Alfabuild* [Alfabuild]. 2018, I. 1, pp. 65–75.
- Esipenko I.A., Kolmogorov G.L. Ocenka nadezhnosti nezhestkih dorozhnyh odezhd [Reliability assessment of non-rigid pavement]. *Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya* [Transport. Transport facilities. Ecology]. 2012, I. 1, pp. 110–118.
- Shatmanov O.T. Analiz prichin obrazovaniya treshchin asfal'tobetonnyh pokrytij [Analysis of the causes of cracking of asphalt concrete pavements]. *Vestnik KGUSTA* [Bulletin of KSUST]. 2012, I. 4, pp. 123–128.
- Efimenko S., Efimenko V., Sukhorukov A. Assurance of the operational reliability of transport systems via the account of natural-climatic conditions. *AIP Conference Proceedings*. 2016. Vol. 1772.
- Romanova E.V., Matvienko F.V., Guznenok S.A., Volkov V.V. Vliyanie izmeneniya regional'nyh ekspluatatsionnyh periodov na obrazovanie defektov dorozhnoj odezhd [The effect of changes in regional operating periods on the formation of defects in pavement]. *Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura* [Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture]. 2011, I. 2, pp. 112–119.
- Saksonova E.S. Puti povysheniya rabotosposobnosti avtomobil'nyh dorog v Rossii [Ways to improve the efficiency of roads in Russia]. *Aktual'nye problemy sovremennogo fundamentostroeniya s uchetom energosberegayushchih tekhnologij: materialy VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Actual problems of modern foundation engineering, taking into account energy-saving technologies: materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference]. Penza: PGUAS Publ., 2016, pp. 42–46.
- Prikaz ot 16 noyabrya 2012 goda N 402 Ob utverzhdenii Klassifikatsii rabot po kapital'nomu remontu, remontu i soderzhaniiyu avtomobil'nyh dorog (s izmeneniyami na 13 noyabrya 2018 goda)* [Order of November 16, 2012 № 402. On approval of the Classification of works on overhaul, repair and maintenance of roads (as amended on November 13, 2018)].
- GOST R 50597-2017. Dorogi avtomobil'nye i ulicy. Trebovaniya k ekspluatatsionnomu sostoyaniyu, dopustimomu po usloviyam obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. Metody kontrolya (s popravkami)* [GOST R 50597-2017. Automobile roads and streets. Requirements for the operational state acceptable under the conditions of ensuring road safety. Control Methods (as Amended)]. Moscow: FGUP «Standartinform» Publ., 2012.
- SP 78.13330.2012. Avtomobil'nye dorogi. Aktualizirovannaya redakciya SNIp 3.06.03-85 (s izm. № 1). Data vvedeniya 2013-07-01* [SP 78.13330.2012. Car roads. Updated version of SNIp 3.06.03-85 (as amended by № 1). Date of introduction 2013-07-01].
- GOST R 52399-2005. «Geometricheskie elementy avtomobil'nyh dorog»* [GOST R 52399-2005. “Geometric Elements of Roads”]. Moscow: FGUP «Standartinform» Publ., 2006.
- GOST 33383-2015. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Geometricheskie elementy. Metody opredeleniya parametrov. Data vvedeniya 2016-09-08* [GOST 33383-2015. General automobile roads. Geometric elements. Methods for determining the parameters. Date of introduction 2016-09-08].
- ODN 218.046-01 Proektirovanie nezhestkih dorozhnyh odezhd. Data vvedeniya 2001-01-01* [ODN 218.046-01 Design of non-rigid pavement. Date of introduction 2001-01-01].
- GOST 9128-2013. Smesi asfal'tobetonnye, polimerasfal'tobetonnye, asfal'tobeton, polimerasfal'tobeton dlya avtomobil'nyh dorog i aerodromov. Tekhnicheskie usloviya. Data vvedeniya 2014-11-01* [GOST 9128-2013. Mixes are asphalt concrete, polymer-asphalt concrete, asphalt concrete, polymer-asphalt concrete for roads and airfields. Technical conditions. Date of introduction 2014-11-01].
- GOST 8267-93. Shcheben' i gravij iz plotnyh gornyh porod dlya stroitel'nyh rabot. Tekhnicheskie usloviya (s izmeneniyami № 1–4)* [GOST 8267-93. Crushed stone and gravel from dense rocks for construction work. Specifications (as amended by № 1–4)].