

УДК 625.7

Корневский Всеволод Валерьевич

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой транспортных сооружений,
Кубанский государственный технологический университет
kts_kubstu@mail.ru

Кнышов Алексей Анатольевич

кандидат технических наук, доцент кафедры транспортных сооружений.
Кубанский государственный технологический университет
kts_kubstu@mail.ru

Гончар Артем Игоревич

студент кафедры транспортных сооружений,
Кубанский государственный технологический университет
kts_kubstu@mail.ru

Vsevolod V. Korenevsky

Candidate of Technical Sciences, associate professor,
manager of department of transport constructions,
Kuban state technological university
kts_kubstu@mail.ru

Alexey A. Knyshov

Candidate of Technical Sciences,
associate professor of the department of transport constructions,
Kuban state technological university
kts_kubstu@mail.ru

Artem I. Gonchar

student of department of transport constructions,
Kuban state technological university
kts_kubstu@mail.ru

**Оптимизация исследовательских процедур
при определении прочностного состояния дорожной одежды**

**Optimization of research procedures in determining
the strength state of the pavement**

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы оптимизации затрат на исследовательские процедуры, выполняемые для определения остаточного ресурса по несущей способности дорожной одежды проезжей части. Приведены результаты исследования состояния дорожной одежды с использованием установки динамического нагружения «Дина-4» и сопоставление полученных данных с изучением кернов. Показана возможность определения недостаточного сцепления между связными слоями дорожной одежды по форме кривой чаши прогиба, что позволяет отказаться от бурения покрытия и отбора кернов как метода для определения данного

показателя.

Ключевые слова: оптимизация затрат, автомобильная дорога, диагностика, упругий прогиб, прочность дорожной одежды, дефекты покрытия, керн.

Annotation. *The article deals with the optimization of the cost of research procedures performed to determine the residual life of the bearing capacity of the pavement of the roadway. The results of the study of the state of pavement using the dynamic loading unit "Dina-4" and the comparison of the data with the study of cores. It is shown that it is possible to determine the lack of adhesion between the connected layers of the pavement by the shape of the deflection bowl curve, which allows to abandon the drilling of the coating and the selection of cores as a method for determining this indicator.*

Keywords: *cost optimization, road, diagnostics, elastic deflection, road pavement strength, coating defects, core.*

Автомобильная дорога, как любое инженерное сооружение, должно соответствовать нормируемым транспортно-эксплуатационным характеристикам, которые в свою очередь обеспечивают требуемый уровень безопасности и удобства движения.

С течением времени дорожная одежда теряет свою несущую способность. Причинами этого процесса является старение материалов, проявление возможных нарушений технологического процесса, неверно спрогнозированная расчетная нагрузка и т.д. Снижение несущей способности наблюдается в виде дефектов покрытия: колеиности, трещин различной плотности и ширины раскрытия, волн, наплывов и т.д. Дефекты прочностного характера систематизированы в нормативных документах и характеризуются баллами, определяющими степень износа дорожной одежды [1].

В определенные периоды эксплуатации автомобильной дороги, в целях уточнения сроков и назначения конкретных видов работ при ремонтных мероприятиях, необходимо определить остаточный ресурс несущей способности дорожной одежды проезжей части [2]. Методы определения фактической несущей способности дорожной одежды автомобильных дорог достаточно разнообразны и могут быть классифицированы: по степени физического воздействия на объект (расчетный, экспериментальный, смешанный); по объему применения лабораторного оборудования (визуальная и инструментальная диагностика); по степени разрушения объекта исследования (неразрушающие, частично разрушающие и разрушающие методы исследования). Кроме итоговой точности результатов, применяемые методы, безусловно, отличаются стоимостью, которая складывается из стоимости лабораторного оборудования (приобретение, обслуживание, амортизация), трудозатрат персонала различной квалификации, восстановления объекта исследования после проведения процедур, частично разрушающих дорожную одежду.

Одним из существующих методов исследования состояния конструктивных слоев дорожной одежды является извлечение кернов. Керны, в

большинстве решаемых задач, позволяют оценить толщины слоев асфальтобетона, пористость материала и качество сцепления слоев между собой. Извлечение кернов осуществляется по результатам бурения дорожной одежды на глубину связных слоев, что несомненно нарушает их монолитную структуру и, в свою очередь, приводит к нерасчетной работе всей конструкции.

Зачастую, задача исследования качества асфальтобетона не стоит, а целью изъятия кернов является лишь оценка сцепления между слоями. Такая локальная задача необходима, например, при исследовании причин сдвиговых деформаций покрытия на участках закруглений малого радиуса, при том, что прочностных дефектов на прямолинейном участке с той же конструкцией дорожной одежды не наблюдается.

Из теории, описывающей деформированное состояние упругого полупространства известно, что вокруг места приложения нагрузки возникает чаша прогиба – результат вовлечения в работу соседних участков упругого тела, и по её характеристикам можно судить о степени связанности структурных элементов упругого тела между собой [3]. Таким образом, ослабленное сцепление между связными слоями дорожной одежды приведет к изменению формы кривой чаши прогиба.

Исследования прочности дорожной одежды проезда и разворотной площадки АО «Краснодарский хлебозавод № 6» с использованием установки динамического нагружения «Дина-4» с одновременным отбором кернов [4] выявили теоретически обоснованное изменение формы кривой чаши прогиба в зависимости от сцепления верхнего слоя покрытия с нижним слоем покрытия. На рисунке 1 отображены кривые зависимости прогиба покрытия от расстояния до места приложения нагрузки. Кривые №1 и №2 соответствуют измерениям на участках с практически отсутствующим сцеплением между слоями покрытия. Кривые №3 и №4 – на участках, где есть необходимое сцепление. Кривая №3 соответствует прогибам покрытия от нагрузки 6 тонн на ось. Кривые №1, №2 и №4 – от нагрузки 10 тонн на ось. Резкое изменение величины прогиба на кривых №1 и №2 в непосредственной близости от места приложения нагрузки свидетельствуют о том, что нарушена структура однородного упругого полупространства ввиду отсутствующего сцепления между слоями покрытия. Схожие формы кривых прогиба наблюдаются при исследованиях участков автомобильных дорог с сильно разрушенным покрытием (густая сетка трещин, фрагментация покрытия) [5, 6, 7, 8, 9].

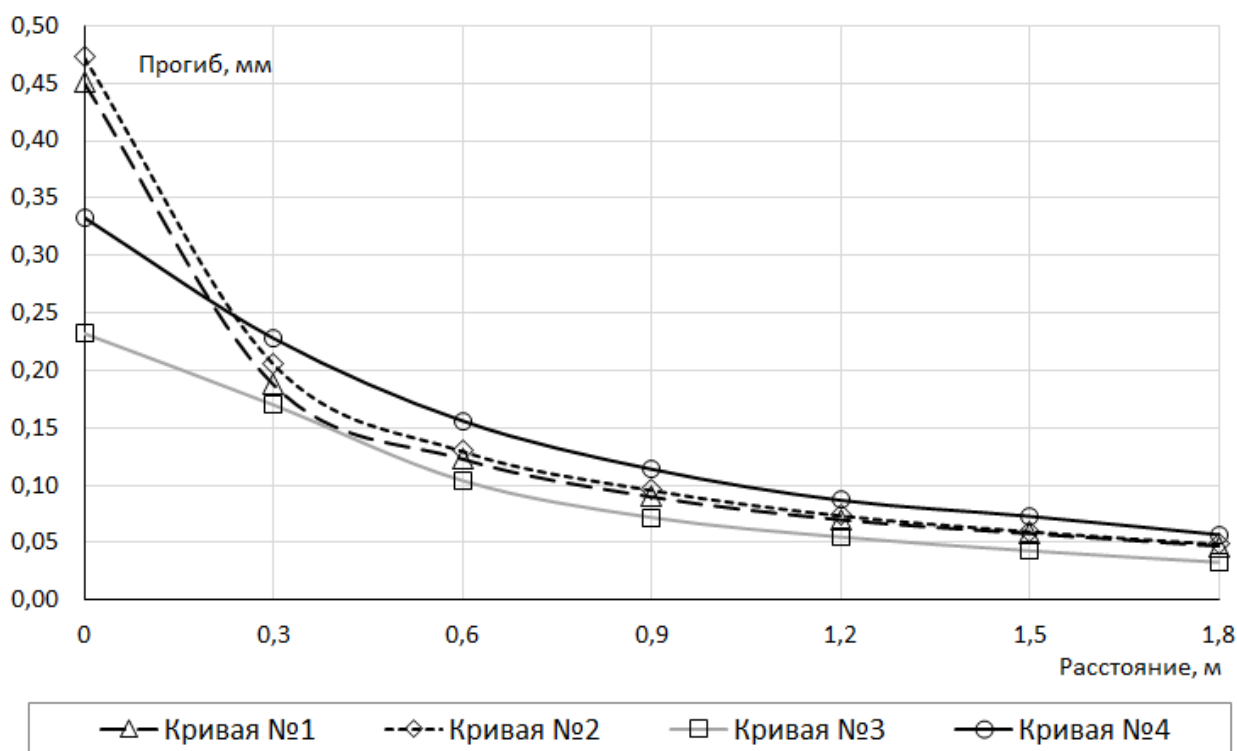


Рисунок 1 – Формы кривых чаши прогиба

Напряжения от действующей нагрузки не распределяются по всему объему дорожной одежды, как это и предусмотрено расчетом, а концентрируются в непосредственной близости от места приложения нагрузки, тем самым существенно снижается расчетная несущая способность конструкции.

Таким образом, форма кривой чаши прогиба покрытия может косвенно характеризовать сцепление между связными слоями дорожной одежды, что делает нецелесообразным отбор кернов для изучения сцепления при одновременном исследовании упругого прогиба установкой «Дина-4». При этом, оптимизация набора исследовательских процедур, в соответствии с целями исследования, повышает доступность дорогостоящих инструментальных измерений без ущерба точности и достоверности получаемых результатов.

Литература

1. ОДМ 218.4.039-2018 Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог. Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). Москва, 2018.

2. Кучеренко В.Л., Турдаков С.В., Кнышов А.А., Кучеренко Д.В. Концептуальные основы организации содержания автомобильных дорог общего пользования. Сборник трудов конференции «СТРОИТЕЛЬСТВО-2005», Издательство: ФГБОУ ВПО Ростовский государственный строительный университет, Ростов-на-Дону, 2005.

3. Кнышов А.А. Оценка эффективности работы дренарующих слоев жестких дорожных одежд на основе математического моделирования. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2000.

4. Корневский В.В. Диагностика дорожной одежды проезжей части и разворотной площадки на территории АО «Краснодарский хлебозавод № 6». Отчет о НИР № 3.36.05.90-2018. Краснодар, 2018 г.

5. Корневский В.В. Исследование прочности дорожной одежды по объекту: "Реконструкция автомобильной дороги "Новороссийск – Керченский пролив – граница с Украиной" на участке км 73 - км 100, Краснодарский край". Отчет о НИР № 3.36.05.43-2016. Краснодар, 2016 г.

6. Корневский В.В. Исследование прочности дорожной одежды по объекту: "Капитальный ремонт автомобильной дороги Р-217 "Кавказ" Автомобильная дорога М-4 "Дон" – Владикавказ – Грозный – Махачкала – граница с Азербайджанской Республикой. Подъезд к городу Майкоп км 80+570 – км 92+000, республика Адыгея. Отчет о НИР № 3.36.05.50-2016. Краснодар, 2016 г.

7. Корневский В.В. Исследование прочности дорожной одежды по объекту: "Капитальный ремонт автомобильной дороги А-146 Краснодар-Верхнебаканский на участке км 0+000 – км 15+300, республика Адыгея". Отчет о НИР № 3.36.05.66-2017. Краснодар, 2017 г.

8. Корневский В.В. Исследование прочности дорожной одежды по объекту: "Капитальный ремонт автомобильной дороги А-146 Краснодар-Верхнебаканский на участке км 28+690 – км 35+000, Краснодарский край". Отчет о НИР № 3.36.05.67-2017. Краснодар, 2017 г.

9. Корневский В.В. Исследование прочности дорожной одежды по объекту: "Капитальный ремонт автомобильной дороги Р-217 "Кавказ" Автомобильной дороги М-4 "Дон"-Владикавказ-Грозный-Махачкала-граница с Азербайджанской Республикой на участке км 164+000 – км 171+000, Краснодарский край". Отчет о НИР № 3.36.05.68-2017. Краснодар, 2017 г.

References

1. ODM 218.4.039-2018 Recommendations for the diagnosis and assessment of the technical condition of roads. Federal Road Agency (Rosavtodor). Moscow, 2018.

2. Kucherenko V.L., Turdakov S.V., Knyshov A.A., Kucherenko D.V. Conceptual foundations of the organization of maintenance of public roads. A collection of works of the conference "CONSTRUCTION-2005", Publisher: Rostov State University of Civil Engineering, Rostov-on-Don, 2005.

3. Knyshov A.A. Assessment of overall performance of the draining layers of rigid road pavements on the basis of mathematical modeling. The thesis for a degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow, 2000.

4. Korenevsky V.V. Diagnostics of the pavement of the carriageway and the development site on the territory of "Krasnodar Bakery No.6". Research Report 3.36.05.90-2018. Krasnodar, 2018.

5. Korenevsky V.V. The study of the strength of the pavement on the object: "Reconstruction of the highway "Novorossiysk - Kerch Strait - border with Ukraine" in the area of km 73 - km 100, Krasnodar Territory". Research Report 3.36.05.43-2016. Krasnodar 2016.

6. Korenevsky V.V. The study of the strength of the pavement on the object: "Overhaul of the R-217 "Kavkaz" highway М-4 "Don" - Vladikavkaz - Grozny - Ma-

khachkala - border with Azerbaijan Republic. Entrance to the city of Maykop, km 80 + 570 - km 92+ 000, Republic of Adygea". Research Report 3.36.05.50-2016. Krasnodar, 2016.

7. *Korenevsky V.V. The study of the strength of the pavement on the object: "Overhaul of the A-146 highway Krasnodar-Verkhnebakansky at km 0 + 000 - km 15 + 300, Republic of Adygea". Research Report 3.36.05.66-2017. Krasnodar, 2017.*

8. *Korenevsky V.V. The study of the strength of the pavement on the object: "Overhaul of the A-146 highway Krasnodar-Verkhnebakansky on the section km 28 + 690 –km 35 + 000, Krasnodar Territory". Research Report 3.36.05.67-2017. Krasnodar, 2017.*

9. *Korenevsky V.V. The study of the strength of the pavement on the object: "Overhaul of the R-217 "Kavkaz" highway of the M-4 "Don" Don-Vladikavkaz-Grozny-Makhachkala-border with the Republic of Azerbaijan at km 164 + 000 –km 171 + 000, Krasnodar Territory". Research Report 3.36.05.68-2017. Krasnodar, 2017.*