

8. MAHOVA, O. A. Theoretical questions of the applied analysis of mortality in road accidents (in Russian). *Statistics and Economics / Статистика и Экономика* [online]. 2016, 0(6), p. 183-187. ISSN 2500-3925. Available from: <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2014-6-183-187>
9. SODIKOV, J. Road traffic accident data analysis and visualization in R. *International Journal of Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering Research and Development* [online]. 2018, 8 (3), p. 25-32. ISSN 2249-6831, eISSN 2249-7943. Available from: <https://doi.org/10.24247/IJCSEIERDJUN20184>
10. MARKUS, P. Design and development of a prototype mobile geographic information system for real-time collection and storage of traffic accident data. Student thesis series Ines. 2016.
11. MONTELLA, A., ANDREASSEN, D., TARKO, A., TURNER, S., MAURIELLO, F., IMBRIANI, L., ROMERO, M., SINGH, R. Critical review of the international crash databases and proposals for improvement of the Italian national database. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 2012, 53, p. 49-61. ISSN 1877-0428. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.859>
12. MONTELLA, A., CHIARADONNA, S., CRISCUOLO, G., DE MARTINO, S. Development and evaluation of a web-based software for crash data collection, processing and analysis. *Accident Analysis and Prevention* [online]. 2019, 130, p. 108-116. ISSN 0001-4575. Available from: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.01.013>
13. BELIN, M., JOHANSSON, R., LINDBERG, J. E., TINGVALL, C. The Vision Zero and its consequences. In: 4th International Conference on Safety and the Environment in the 21st Century: proceedings. 1997. p. 1-14.
14. Working party on passive safety. Preliminary report on the development of a global technical regulation concerning pedestrian safety [online]. Brussels: United Nations Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee, 2003. Available from: <https://unece.org/DAM/trans/doc/2003/wp29grsp/ps-36.pdf>
15. MACKAY, M. Quirks of mass accident data bases. *Traffic Injury Prevention* [online]. 2006, 6 (4), p. 308-310. ISSN 1538-9588, eISSN 1538-957X. Available from: <https://doi.org/10.1080/15389580500253737>

УДК 625.7/.8

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРА И ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДНО-ТЕПЛОВЫХ ФАКТОРОВ НА ДОРОЖНУЮ КОНСТРУКЦИЮ ПО ШИРИНЕ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

Е.М. Жуковский, А.В. Корончик, С.Е. Кравченко  
Белорусский национальный технический университет,  
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь, zhukovskye@gmail.com

В статье рассмотрены закономерности изменения характера и интенсивности воздействия водно-тепловых факторов на дорожную конструкцию по ширине проезжей части автомобильной дороги.

В рамках проведенного натурального эксперимента сосредоточено внимание на исследование влияния поверхностных вод и температурного режима на слои дорожной конструкции.

Результаты исследования показывают, что значительное влияние на состояние дорожной конструкции в целом оказывает параметр гидроизоляции  $Y$ , под которым понимают суммарную ширину элементов дорожной конструкции, выполняющих роль гидроизоляции слоев дорожной одежды и земляного полотна (укрепленные полосы обочин, остановочные полосы, полосы движения, гидроизоляционные прослойки на обочинах)

исчисляемую от правого края рассматриваемой полосы движения в направлении бортики обочины.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, дорожная конструкция, поверхностные воды, надежности долговечность, водно-тепловой режим

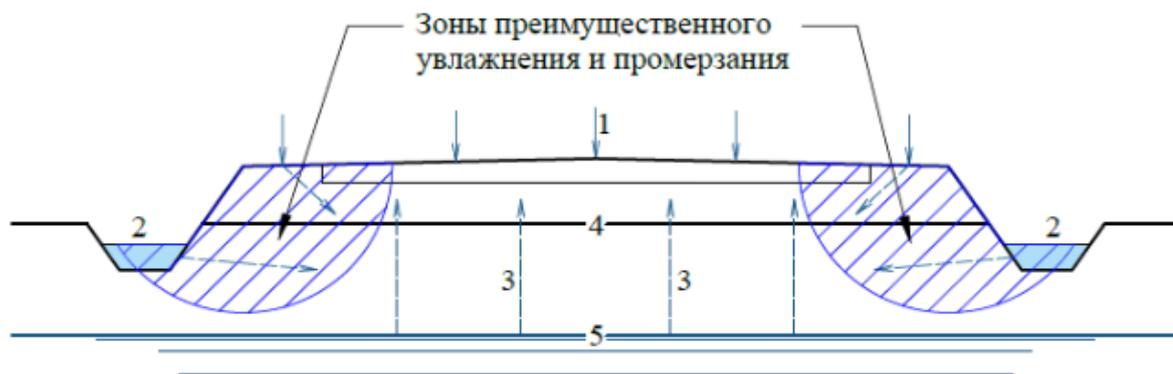
К основным факторам, которые определяют различие в условиях работы конструкции дорожной одежды по ширине проезжей части можно отнести: воздействие транспортной нагрузки, влагонакопление и водоотведение конструкций, морозоустойчивость конструкций, влияние геометрических параметров трассы надежность дорожных одежд. Однако данные факторы не в полной мере учтены при проектировании нежестких одежд, что и является причиной их преждевременного разрушения.[1-5]

Для оценки влияния ненормированных разрушающих факторов на первые полосы движения проведено масштабное исследование [6], показывающее закономерности изменения надежности и долговечности дорожной одежды по ширине проезжей части в зависимости от особенностей водно-теплового режима работы конструкции.

Особенностью проводимого натурного эксперимента является преимущественное исследование воздействия поверхностных вод и температурного режима на верхние слои конструкции дорожной одежды. Схема распределения интенсивности воздействия водно-тепловых факторов на дорожную конструкцию показана на рис. 1.

Проведенное исследование позволяет более широко рассмотреть вопрос учета влияния водно-теплового режима на надежность и долговечность дорожных одежд, при проектировании которых на сегодняшний день традиционно рассматриваются в основном критерии морозозащиты пучинистых грунтов и водоотведения от слабофильтрующих грунтов рабочей зоны земляного полотна.

Для исследования влияния водно-теплового режима на работу дорожной конструкции на различных полосах движения была проведена оценка состояния участков автомобильных дорог по дефектности покрытий на различных полосах.



1 – атмосферные осадки; 2 – поверхностная вода; 3 – капиллярная вода от уровня грунтовых вод; 4 – уровень поверхности земли

Рис. 1. Источники увлажнения и распределение интенсивности воздействия водно-тепловых факторов на дорожную конструкцию

Схема размещения исследуемых участков приведена на рисунке 2.

Дефектность покрытия определялась по полосам движения. Для определения дефектности покрытия выбирались участки длиной 100 м. Причем определялись отдельно площади дефектов для правого и левого сегмента полосы движения. Под сегментом понимается половина полосы движения, как показано на рис. 3.

Для получения данных о состоянии покрытия использовался визуальный метод по ТКП 140. Производилась видеофиксация покрытий с последующей камеральной обработкой.

Дефектность покрытия (ДП) определяется процентом дефектности от общей площади оцениваемого участка покрытия по методике ТКП 140.

Кроме того, было определено соотношение дефектностей правого и левого сегмента полосы  $\Delta$  по формуле:

$$\Delta = \frac{S_{11}}{S_{12}},$$

где  $S_{11}$  – расчетная площадь дефектности правого сегмента участка,  $m^2$ ;

$S_{12}$  – расчетная площадь дефектности левого сегмента участка,  $m^2$ .

По полученным данным были построены графики зависимости соотношения дефектностей правого и левого сегмента полосы  $\Delta$  от срока службы  $T$  для каждого дорожно-климатического района. Графики представлены на рисунке 4.

Для анализа полученных результатов введем понятие параметра гидроизоляции  $\Upsilon$ .

Параметром гидроизоляции  $\Upsilon$  называется суммарная ширина элементов дорожной конструкции, выполняющих роль гидроизоляции слоев дорожной одежды и земляного полотна (укрепленные полосы обочин, остановочные полосы, полосы движения, гидроизоляционные прослойки на обочинах) исчисляемая от правого края рассматриваемой полосы движения в направлении бровки обочины.

Из графиков на рисунке 4 видно, что при параметре гидроизоляции  $\Upsilon$  равному 0, происходит интенсивное нарастание дефектности по причине воздействия водно-теплового режима дорожной конструкции правых сегментов по отношению к левым. Причем дефектность правых сегментов в первом дорожно-климатическом районе будет превышать дефектность левых сегментов в 2 раза уже на 3-ий год эксплуатации покрытия, во втором на 5-ый год, а в третьем на 7-ой.

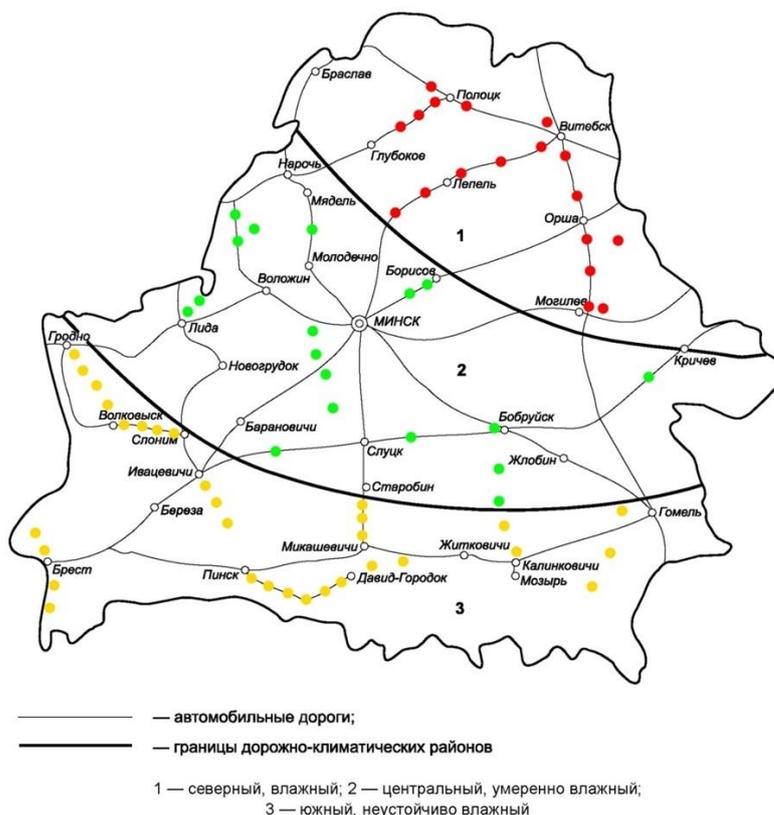


Рис. 2. Схема размещения рассматриваемых участков

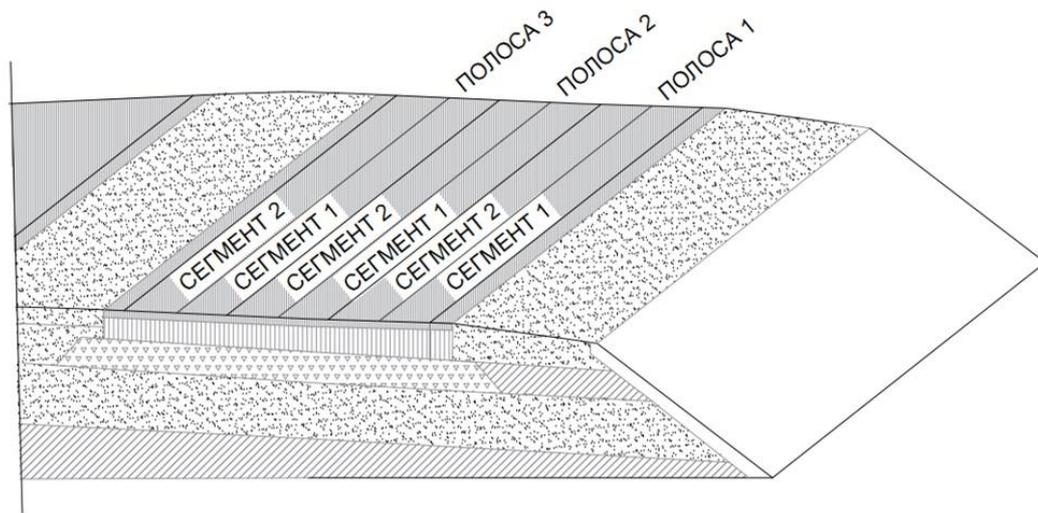


Рис. 3. Схема разбивки полос движения по сегментам

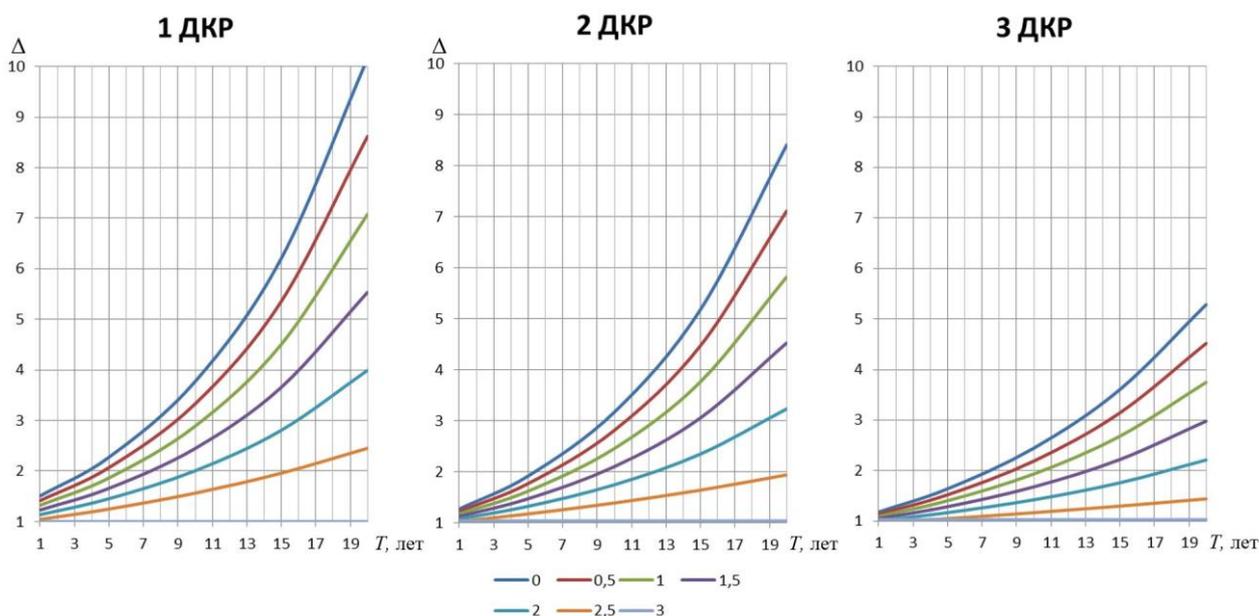


Рис. 4. Зависимость дефектностей правого и левого сегмента полосы  $\Delta$  от срока службы  $T$   
 Примечание: цветом показано значение параметра гидроизоляции  $\Upsilon$

Значение параметра гидроизоляции  $\Upsilon$  равно нулю характерно для автомобильных дорог V-ой категории, устроенных как по СН 3.03.04, так и по ТКП 45-3.03-19 поскольку их поперечный профиль не предусматривает наличия укрепленной полосы обочины.

При увеличении параметра гидроизоляции  $\Upsilon$  до 0,5 м, что соответствует величине укрепленной полосы обочины на автомобильных дорогах I-б-IV категории по СН 3.03.04, и дорогах I-б,в, III и IV категории устроенных по ТКП 45-3.03-19, наблюдается снижение интенсивности нарастания дефектности по причине воздействия водно-теплового режима дорожной конструкции правых сегментов по отношению к левым, однако их значение достаточно высоко. Так дефектность правых сегментов будет превышать дефектность левых в два раза уже на 5-ый год в первом дорожно-климатическом районе, на 6-ой во втором и на 9-ый в третьем.

Однако проведенное обследование автомобильных дорог показывает, что фактическая ширина укрепленной полосы обочины лежит в пределах от 0,1 до 0,5 м, что оказывает негативное воздействие на образование дефектности покрытий от водно-теплового режима дорожной конструкции.

Ширина укрепленных полос обочин на дорогах I-а категории по СН 3.03.04 и I-а и II устроенных по ТКП 45-3.03-19 должна равняться 0,75 м. Однако фактическая их ширина на дорогах II категории по ТКП 45-3.03-19 равняется от 0,5 до 1 м. При таком значении параметра гидроизоляции  $\gamma$  также происходит несущественное снижение интенсивности нарастания дефектности по причине воздействия водно-теплового режима дорожной конструкции.

Устройство остановочных полос шириной 2,5 м позволяет значительно снизить интенсивность прироста дефектности от воздействия водно-теплового режима дорожной конструкции. Так в первом дорожно- климатическом районе дефектность правых сегментов будет превышать дефектность левых в 2 раза на 16-ый год эксплуатации. Во втором это произойдет на 19 год эксплуатации, что соответствует максимальному рекомендуемому расчетному сроку службы дорожной одежды. В третьем районе такое соотношение не будет достигнуто в пределах рекомендуемых расчетных сроков службы дорожной одежды.

При параметре гидроизоляции  $\gamma$  равному 3,0 м и более влияние водно-теплового режима дорожной конструкции на возникновение дефектности не вызывает существенных различий в их дефектности. Такое значение характерно для вторых и третьих полос движения, а также для обочин с дополнительными слоями гидроизоляции.

Как видно из результатов исследования, значительное влияние на состояние дорожной конструкции оказывает параметр гидроизоляции  $\gamma$ . При невозможности обеспечить его традиционными методами (укрепленные и остановочные полосы), необходимо прибегать к дополнительной гидроизоляции обочин.

Для устройства слоев гидроизоляции могут быть использованы различные органические вяжущие материалы, нефтяные шламы, различные рулонные гидроизоляционные материалы.

#### Литература

1. Жуковский, Е. М. Оценка эксплуатационного состояния дорожных покрытий по ширине проезжей части / Е. М. Жуковский, А. В. Корончик // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение [Электронный ресурс] : материалы Международной научно-технической конференции / редкол.: С. Е. Кравченко (гл. ред.) [и др.] ; сост. В. А. Ходяков. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 65-71.

2. Жуковский, Е. М. Анализ воздействия транспортной нагрузки на неравномерное разрушение по ширине жестких дорожных одежд / Е. М. Жуковский // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение [Электронный ресурс] : материалы Международной научно-технической конференции / редкол.: С. Е. Кравченко (гл. ред.) [и др.] ; сост. В. А. Ходяков. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 48-53.

3. Факторы, определяющие характер напряженно-деформированного состояния дорожной конструкции на различных полосах движения транспорта / Е.М. Жуковский [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2021. – №2. – с. 14-23.

4. Тришин, Г.Г. Прочность многополосных дорог / Г.Г. Тришин, Р.З. Порицкий, В.П. Корюков // Автомобильные дороги. – 1978. – № 9. – с. 22-23.

5. Жуковский, Е. М. Особенности воздействия транспорта на конструкции жестких дорожных одежд и их учет при проектировании конструкций / Е. М. Жуковский, А. В. Корончик, С. Е. Кравченко // Каспий и глобальные вызовы : Материалы Международной научно-практической конференции, Астрахань, 23–24 мая 2022 года / Составители: О.В. Новиченко [и др.]. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет", 2022. – С. 888-893.

6. Влияние укрепленных элементов обочин на изменение дефектности по ширине дорожных покрытий / Е.М. Жуковский [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2022. – №1. – с. 19-27.