

Оценка долговечности дорожных разметок

М.Б. Демехова, А.В. Каменчуков

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы по оценке качества и безопасности дорожного движения. Выполнен анализ аварийности на дорогах южной части Дальнего Востока. Рассмотрены основные причины дорожно-транспортных происшествий. Выполнен анализ качества нанесения дорожной разметки и дана оценка ее долговечности в зависимости от условий эксплуатации. Даны рекомендации по повышению долговечности дорожных разметок.

Ключевые слова: автомобильная дорога, покрытие, разметка горизонтальная, безопасность движения.

Согласно транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г., с прогнозом на период до 2035 г. (распоряжение Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р) прогнозирование и мониторинг эксплуатационного состояния дорожных покрытий во времени является основной и наиболее значимой задачей организаций по содержанию и эксплуатации дорог всех уровней [1, 2]. Наиболее значимыми параметрами или характеристиками автомобильной дороги с точки зрения обеспечения нормативного эксплуатационного состояния, а также качественного и безопасного движения являются прочность, ровность дорожного покрытия и зрительная плавность, и ясность движения [3].

Первые две характеристики непосредственно отвечают за качество и безопасность движения по автомобильной дороге, с точки зрения технического состояния дорожного покрытия. Прочность или несущая способность дорожного покрытия – это характеристика, отвечающая за способность дорожной одежды воспринимать нагрузку от транспортного средства без образования и развития в конструкции чрезмерных необратимых деформаций. Она уменьшается вследствие строения или износа материалов под воздействием внешних погодных-климатических факторов,

условий эксплуатации и интенсивности воздействия нагрузки от транспортных средств [4, 5].

Ровность дорожного покрытия является производной величиной как от величины деформаций и износа покрытия, так и от деформаций нижележащих слоев конструкции дорожной одежды и земляного полотна. Деформации нижних слоев могут быть вызваны доуплотнением материала в процессе эксплуатации, пучением или просадками грунтов из-за колебания их влажности.

Независимо от причин образования дефектов и деформаций истощение ресурса работоспособности или отказ работы дорожной одежды наступает тогда, когда выполняется условие [4, 6]:

$$r > [r], \quad (1)$$

$$r = L_d/L, \quad (2)$$

$$[r] = 1 - K_n, \quad (3)$$

где r – степень дефектности покрытия; $[r]$ – допускаемая вероятность повреждения дорожного покрытия; L – длина обследуемого участка автомобильной дороги, м; L_d – общая протяженность участков с дефектами, м; K_n – уровень проектной надежности дорожной одежды.

При отказе дорожной одежды по причине недостаточной ровности или прочности ее необходимо отремонтировать, так как эти эксплуатационные характеристики непосредственно отвечают за качественное и безопасное движение по дороге. По данным официальной статистики, с сайта Госавтоинспекции (<http://stat.gibdd.ru/>) за 2024 год на территории Российской Федерации произошло 132037 ДТП из них из-за плохой дорожной обстановки (дефекты дорожного покрытия, отсутствие или неясность дорожной разметки) произошло примерно 10-15 % ДТП. Следует отметить, что отчетными являются только ДТП с пострадавшими (ДТП приведшее к

ранению, травме или к летальному исходу одного или нескольких участников).

Исходя из теорий возникновения ДТП [7 - 9] реакция водителя на изменчивость дорожной обстановки и его способность быстро ориентироваться и принимать решения непосредственно зависит от средств организации дорожного движения. Водитель в процессе движения в каждый момент времени должен суметь правильно рассчитать траекторию движения автомобиля относительно других участников движения.

К средствам организации дорожного движения относятся горизонтальная и вертикальная разметка, дорожные знаки, сигнальные столбики, разметка и объекты светофорного регулирования. За правильное позиционирование транспортного средства на автомобильной дороге отвечает дорожная разметка и знаки, особенно в темное время суток.

Дорожная разметка является специальным материалом, наносимым на дорожное покрытие, и обладает светоотражающими свойствами. Для устройства дорожных разметок применяют следующие материалы [10, 11]:

1. Краски и эмали в виде специальных суспензий на основе лаков или водных дисперсий полимеров, содержащих функциональные добавки (стабилизаторы, пластификаторы и др.), образующие после затвердевания и высыхания твердое светоотражающее покрытие.

2. Холодные пластики на основе реакционноспособных мономеров, содержащие пигменты и наполнители, образующие после химического затвердевания непрозрачные покрытия с высокой степенью износостойкости к механическим воздействиям.

3. Термопластики на основе терморазмягчаемого полимерного связующего, которое после остывания и затвердевания образует толстое непрозрачные покрытия с высокой степенью износостойкости к механическим воздействиям.

4. Полимерные ленты представляют собой готовые изделия, предназначенные для устройства горизонтальной дорожной разметки.

Основные характеристики и требования к дорожным разметкам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Материалы дорожных разметок

Материал	Минимальная плотность, г/см ³	Допустимый износ, %, при толщине разметки		Срок службы, мес., при толщине разметки	
		до 1,5 мм	более 1,5 мм	до 1,5 мм	более 1,5 мм
Краска (эмаль)	1,50	50	25	3	3
Термопластик	1,85	50	25	6	12
Холодный пластик	1,65	50	25	6	12

Фактический срок службы дорожных разметок во многих регионах отличается от значений, представленных в таблице 1. Такое обстоятельство может быть обусловлено несколькими причинами [12, 13]:

- высокая интенсивность движения на участке дороги;
- большая доля грузовых автомобилей в транспортном потоке (15% и более);
- сложные природно-климатические условия эксплуатации (интенсивные осадки, переходы температуры через 0°C, продолжительная зима);
- применение химических и механических средств и методов очистки покрытия от грязи, снега и льда).

Эксплуатационная надежность дорожных разметок обусловлена двумя основными характеристиками: отражающая способность и износостойкость. Отражающая способность является характеристикой дорожной разметки, отвечающей за ее видимость в темное время суток и непосредственно, влияет на способность водителя ориентироваться на дороге.

Износостойкость, как понятно из названия – это способность дорожной разметки сопротивляться механическому или химическому воздействию. К основным механическим воздействиям на горизонтальную дорожную разметку относятся воздействия щеток машин, осуществляющих очистка покрытия от грязи и снега, а также наезд на разметку шинами колес транспортных средств при равномерном движении или в процессе торможения. Количество допустимых наездов на дорожную разметку не нормируется, так как износостойкость дорожной разметки оценивается коэффициентом износа определяется по формуле

$$K = 1 - F_d/F, \quad (2)$$

где F_d – площадь дефектов дорожной разметки, m^2 ; F – площадь дорожной разметки, m^2 .

Для предотвращения истирания дорожной разметки и продления ее срока службы, на разметку и дорожное покрытие наносят специальным пропитывающие составы, образующие после затвердевание прозрачный антибликовый защитный слой.

Авторами проведена оценка износостойкости дорожных разметок, покрытых защитным составом на основе легких битумных эмульсий и без защитного слоя. Исследования были выполнены на 35-36 км автомобильной дороги А-376 Хабаровск - Лидога - Ванино - Комсомольск-на-Амуре. Осевая линия дорожной разметки устраивалась в виде прерывистой линии дорожной краской (эмалью). Износ осевой линии дорожной разметки фиксировался на 15, 30, 45 и 60 сутки эксплуатации дороги после нанесения разметки. Осредненные результаты определения величины износа разметки представлены в таблице 2, а пример износа разметки – на рис. 1.

Таблица 2

Величина износа дорожной разметки на опытном участке

Условие	Износ осевой дорожной разметки, %, при различной
---------	--

	длительности эксплуатации, сут.			
	15	30	45	60
Разметка без защитного покрытия	12	27	42	58
Разметка с защитным покрытием	5	12	17	20



Рис. 1. – Износ дорожной разметки

Применение защитно-восстановительного состава на основе легких битумных эмульсий на дорожных покрытиях, эксплуатируемых в нормальных условиях, позволяет повысить износостойкость дорожных разметок, выполненных из красок (эмалей) в 2,5-3,0 раза. Это позволит добиться не только требуемого срока службы дорожной разметки, не менее 3 мес., но продлить его до 5-6 мес. эксплуатации, что соответствует требованиям к значительно более дорогим разметкам из холодных и горячих пластиков.

Литература

1. Каменчуков А.В. Необходимость увеличения интенсивности дорожного строительства // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2024. № 5. С. 42-51. DOI 10.26297/2312-9409.2024.5.4.
2. Фролов В.И., Балзанай С.В. Совершенствование метода финансирования дорожного строительства на основе контракта жизненного цикла // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 1(78). С. 241-246. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-1-241-246
3. Пугачев И.Н., Тормозов В.С. Разработка и анализ системы мониторинга дорожного движения, основанной на технологиях машинного зрения и методах кластерного анализа // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2024. № 4(96). С. 134-145. DOI 10.46973/0201-727X_2024_4_134.
4. Пуляев И.С., Пуляев С.М. Принципы обеспечения качества проведения ремонтных работ на объектах транспортной инфраструктуры // Вестник ВСГУТУ. 2021. № 3(82). С. 54-62.
5. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г., Григоров Д.Е. Определение стадий контроля безопасности дорожного движения (проектирование, строительство и эксплуатация) для усовершенствованной методики коэффициентов аварийности // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2024. № 2(39). С. 55-61.
6. Елшами М.М.М., Тиратурян А.Н., Углова Е.В. Прогнозирование ухудшения эксплуатационного состояния дорожных одежд с использованием алгоритмов искусственного интеллекта // Инженерный вестник Дона. 2022. № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7765
7. Пугачев И.Н., Григоров Д.Е., Шешера Н.Г. Исследование безопасности дорожного движения с позиции информационной загрузки

водителя / И. Н. Пугачев, // Техник транспорта: образование и практика. – 2024. – Т. 5, № 4. – С. 423-429. – DOI 10.46684/2687-1033.2024.4.423-429.

8. Te Brommelstroet M. Increase road safety or reduce road danger: challenging the mainstream road safety discourse // Traffic Safety Research. 2024. T. 5. С. e000043. DOI: 10.55329/vfer7646

9. Абросимова А.А., Пушкарёв А.Е., Виноградова Т.В., Жуковская Т.О. Оценка влияния природноклиматических факторов на вероятность дорожнотранспортных происшествий в межсезонье // Вестник гражданских инженеров. 2024. № 3(104). С. 105-110. DOI 10.23968/1999-5571-2024-21-3-105-110.

10. Anastasya V., Tatyana V. Research of Influence of Quality of Materials on a Road Marking of Highways. // Procedia Engineering, Volume 153, 2016, Pages 933–937

11. Gulotta T.M., Mistretta M., Praticò F.G. A life cycle scenario analysis of different pavement technologies for urban roads. // Science of The Total Environment, Volume 673, 10 July 2019, Pages 585–593.

12. Бондарев Б.А., Гончарова М.А., Акчурин Т.К. Разработка и испытание химически отверждаемых разметочных материалов на основе полиуретана // Вестник Евразийской науки, 2019, №4, URL: esj.today/PDF/59SAVN419.pdf

13. Гриневич Н.А., Шомин И.И., Телюфанова О.П. Определение расчетного срока службы горизонтальной разметки, нанесенной акриловыми красками: ФГУП РОСДОРНИИ // Дороги и мосты. М., 2007. С. 171–176.

References

1. Kamenchukov A.V. Jelektronnyj setevoj politematicheskij zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU". 2024. № 5. pp. 42-51. DOI 10.26297/2312-9409.2024.5.4.

2. Frolov V.I., Balzanaj S.V. Vestnik grazhdanskih inzhenerov. 2020. № 1(78). pp. 241-246. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-1-241-246
3. Pugachev I.N., Tormozov V S. Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija. 2024. № 4(96). pp. 134-145. DOI 10.46973/0201-727X_2024_4_134.
4. Puljaev I.S., Puljaev C.M. Vestnik VSGUTU. 2021. № 3(82). pp. 54-62.
5. Pugachev I.N., Sheshera N.G., Grigorov D.E. Transport Aziatsko-Tihookeanskogo regiona. 2024. № 2(39). pp. 55-61.
6. Elshami M.M.M., Tiraturjan A.N., Uglova E.V. Inzhenernyi vestnik Dona. 2022. № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7765
7. Pugachev I.N., Grigorov D.E., Sheshera N.G. Tehnik transporta: obrazovanie i praktika. 2024. T. 5, № 4. pp. 423-429. DOI 10.46684/2687-1033.2024.4.423-429.
8. Te Brommelstroet M. Traffic Safety Research. 2024. T. 5. S. e000043. DOI: 10.55329/vfer7646
9. Abrosimova A.A., Pushkarev A.E., Vinogradova T.V., Zhukovskaja T.O. Vestnik grazhdanskih inzhenerov. 2024. № 3(104). pp. 105-110. DOI 10.23968/1999-5571-2024-21-3-105-110.
10. Anastasya V., Tatyana V. Procedia Engineering, Volume 153, 2016, Pages 933–937.
11. Gulotta T.M., Mistretta M., Praticò F.G. Science of The Total Environment, Volume 673, 10 July 2019, Pages 585–593.
12. Bondarev B.A., Goncharova M.A., Akchurin T.K. Vestnik Evrazijskoj nauki, 2019, №4. URL: esj.today/PDF/59SAVN419.pdf
13. Grinevich N.A., Shomin I.I., Teljufanova O.P. Dorogi i mosty. M., 2007. pp. 171–176.

Дата поступления: 4.08.2025

Дата публикации: 25.09.2025