

softening point by ring and ball method. Kyiv, 20. [in Ukrainian].
15. Moscow. (1975). GOST 11505-75 Petroleum bitumens.
Method for determination of ductility, 2. [in Russia].
16. National standard of Ukraine. (2019). DSTU EN 12593:2018
(EN 1427:2015, IDT) Bitumen and bituminous binders.
Determination of the Fraass breaking point. Kyiv, 18.
[in Ukrainian].

17. National standard of Ukraine. (2019). DSTU 8787-2018 Bitumen
and bituminous binders. Determination of adhesion with crushed
stone. Kyiv, 11. [in Ukrainian].
18. National standard of Ukraine. (2016). DSTU B EN 12607-1:2015
Bitumen and bituminous binders. Determination of the resistance to
hardening under influence of heat and air. Part 1: RTFOT method. Kyiv,
23. [in Ukrainian].

УДК 625.746.5

DOI: 10.33868/0365-8392-2019-4-260-42-46

© Ю. Г. Гостєв, завідувач відділу; e-mail: gostev.vdo@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-0351-9591;
© Л. Ю. Румянцев, старший науковий співробітник;
e-mail: rumyantsev.vdo@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5785-3600;
© Т. Є. Кострульова, провідний інженер;
e-mail: sammitanya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9554-1285
(відділ дорожньої обстановки ДП «Державний дорожній
науково-дослідний інститут імені М. П. Шульгіна»)

© Yuriy Hostev, Head of the Department;
e-mail: gostev.vdo@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0351-9591;
© Lev Rumiantsev, Senior Researcher;
e-mail: rumyantsev.vdo@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5785-3600;
© Tetyana Kostrulova, Lead Engineer;
e-mail: sammitanya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9554-1285
(Road Equipment Department M. P. Shulgin State Road Research
Institute State Enterprise)

ВПЛИВ ТИПУ, СТРУКТУРИ ТА СТАНУ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ДОРОЖНЬОЇ РОЗМІТКИ

THE INFLUENCE OF THE TYPE, STRUCTURE AND CONDITION OF ROAD COATING ON THE OPERATING PROPERTIES OF HORIZONTAL ROAD MARKING

Анотація. Розглянуто фактори, що впливають на функційну довговічність дорожньої розмітки, зокрема, тип, стан та структура поверхні покриття дороги. Наводяться результати досліджень впливу дорожнього покриття різними за типом на властивості світлоповертання та шорсткості. Описано метод визначення ступеня зношування розмітки за площею та встановлено, що на дорогах із шорсткою поверхневою обробкою зношування відбувається майже удвічі інтенсивніше.

Ключові слова: дорожня розмітка, зношування, поверхнева обробка, світлоповертання, фарба, шорсткість.

Аннотация. Рассматриваются факторы, влияющие на функциональную долговечность дорожной разметки, в частности, тип, состояние и структура поверхности покрытия дороги. Приводятся результаты исследований влияния дорожного покрытия с различной шероховатостью и различными по типу на свойства световозвращения. Описан метод определения степени износа разметки по площади и установлено, что на дорогах с шероховатой поверхностью обработка износ происходит почти в два раза интенсивнее.

Ключевые слова: дорожная разметка, износ, краска, поверхностная обработка, световозвращение, шероховатость.

Abstract. The factors that influence on functional durability of the road marking, in particular, the type, quality, condition and surface structure of the road surface are considered in the article. The durability of the road marking will be significantly reduced on asphalt pavement with low quality bitumen or with a high content of bitumen in the mixture. As a result of bitumen fogging, the road marking loses its performance, especially affecting luminance and retroreflectivity. The degree of pavement wear also affects the durability. Old, fragile pavement is unable to retain the road marking for a long time, so its service life will be extremely low.

The wear of road marking on the cement pavement is higher than on the asphalt pavement. This is due to the peculiarities of the interaction of pavements of different chemical nature with the road marking materials.

The article presents the results of studies of the effect of pavement with different roughness and different types on the properties of retroreflectivity. It is established that on the road sections with pavement having a rough surface treatment, retroreflectivity is reduced by 2-3 times in comparison with the asphalt pavement with a smooth surface. Also, the results of the studies showed that the wear of the road marking lines on the surface with high roughness after 3 months of operation is almost 2 times higher than the degree of road marking wear on the smooth surface.

On cement pavement the decrease of retroreflectivity occurs more intensively during the first months of operation. The areas with cement pavement wear faster than on those with smooth asphalt pavement, but not as intensively as the areas with surface treatment.

To ensure the durability of road marking on asphalt pavement with treated surface treatment and of cement pavement in comparison with the road marking on asphalt pavement with natural roughness, it is necessary to give preference to the road marking materials with higher viscosity (cold and hot plastics) or increase application of paint amount by 50-60 %, as well as increase the specific use of glass beads and of bigger fractions.

Keywords: road marking, wear, surface treatment, retroreflectivity, paint, roughness.

Вступ

Одним із важливих засобів організації дорожнього руху є горизонтальна дорожня розмітка. Забезпечення функційної довговічності дорожньої розмітки є одним із найбільш значущих показників безпечного, безперебійного та комфортного руху транспортних засобів. Суттєвий вплив на функційну довговічність розмітки мають тип, якість, стан та структура поверхні покриття дороги [1–5]. Якщо покриття не відповідає встановленим нормам, то й розмітка на ньому буде швидко зношуватись та не матиме необхідних експлуатаційних властивостей. Зниження довговічності розмітки спостерігається на асфальтобетонних покриттях з бітумами низької якості або з підвищеним вмістом бітума у суміші. Це призводить до випотівання бітуму на поверхню та «закочування» розмітки [6].

Розмітка на таких ділянках втрачає свої експлуатаційні показники, особливо це позначається на яскравості та світлоповертанні.

На довговічність впливає і ступінь зношування покриття. Старе, крихке дорожнє покриття не в змозі утримати на собі розмітку довгий час, тому термін її експлуатації буде вкрай низький.

На цементобетонному покритті зношування розмітки вище ніж на асфальтобетонному. Це обумовлено особливостями взаємодії дорожніх покриттів, що мають різну хімічну природу, з розміточними матеріалами.

На автомобільних дорогах як в Україні, так і в низці зарубіжних країн широкого поширення набула шорстка поверхнева обробка (далі – ШПО) покриття, що забезпечує збільшення коефіцієнта його зчеплення з колесом автомобіля, таким чином підвищуючи безпеку дорожнього руху. Крім того, ШПО виконує одночасно функції захисного шару і гідроізоляції, що уповільнює процес руйнування дорожнього покриття продовжуючи термін його служби.

Процес нанесення розмітки на дорожні покриття з ШПО має низку технологічних особливостей, порівняно з асфальтобетонним покриттям з відносно гладкою поверхнею. Важливо відзначити, що для нанесення на шорстку поверхню розмітального матеріалу суцільним рівномірним шаром, потрібно збільшувати витрати фарби і склокульок. Для виконання дорожньої розмітки на покритті з ШПО необхідне застосування спеціального комплексу машин і обладнання з метою більш ретельної підготовки поверхні покриття до нанесення розмітального матеріалу [2]. Це обумовлено тим, що в за-

глибленнях шорсткостей накопичується велика кількість пилу і інших забруднень і, таким чином, відбувається легке «виривання» шару розмічаль-



Рис. 1. Ділянки автомобільної дороги, на яких спостерігається випотівання бітуму

ного матеріалу в процесі експлуатації дорожньої розмітки. Особливо такі дефекти є в місцях розташування крайових ліній, близьких до неукріплених узбіч, на ділянках, розташованих в безпосередній близькості до перетину з ґрунтовими дорогами, з недостатньо забезпеченим водовідведенням, що призводить до значного зниження експлуатаційних показників і скорочення терміну служби горизонтальної дорожньої розмітки. Все це викликає необхідність дослідження особливостей зміни основних характеристик дорожньої розмітки на асфальтобетонних покриттях із ШПО в процесі її експлуатації в порівнянні з асфальтобетонним покриттям з природною шорсткістю.

Основна частина

Фахівцями ДП «ДерждорНДІ» проводились експериментальні дослідження, метою яких було порівняння експлуатаційних показників дорожньої розмітки на асфальтобетонному покритті з ШПО і без неї, а також на покриттях різного типу (асфальтобетонне, цементобетонне).

Для встановлення залежності експлуатаційних характеристик розмітки від структури поверхні дорожнього покриття проводились інструментальні вимірювання основних показників осьової лінії дорожньої розмітки. Інструментальна оцінка первинних параметрів ліній розмітки була виконана відразу ж після нанесення до відкриття руху транспортних засобів.

Оцінці підлягали такі параметри: колір, коефіцієнт світлоповертання, коефіцієнт яскравості за розсіяного денного та штучного освітлення, ступінь зносу розмітки.

Для визначення коефіцієнтів світлоповертання та яскравості за розсіяного денного та штучного освітлення використовувався прилад ретрорефлектометр ZRM 1013. Колір визначався візуально.

Після нанесення коефіцієнти світлоповертання розмітки на усіх дослідних ділянках відповідали вимогам ДСТУ 2587:2010 [7]. Варто зазначити, що безпосередньо після нанесення коефіцієнт світлоповертання розмітки на рівній поверхні дорожнього покриття майже в 1,5 рази вище ніж на дорожньому покритті з ШПО. Таке зниження ефекту світлоповертання зумовлено впливом «тіньової» зони освітлення розмітки в заглибленнях шорсткості світлом фар автомобілів у нічний час доби [4].

На колір та коефіцієнт яскравості за розсіяного денного та штучного освітлення шорсткість покриття не має такого значного впливу.

Надалі за контрольними ділянками здійснювався експлуатаційний контроль через 1, 3, 6, 8 місяців.

У **табл. 1** представлені значення коефіцієнтів світлоповертання на контрольних ділянках поздовжньої розмітки з асфальтобетонним дорожнім покриттям різної шорсткості. Як видно, на ділянці з покриттям із ШПО коефіцієнт світлоповертання не відповідав вимогам нормативних документів вже після 3 місяців експлуатації (норма за ДСТУ 2587:2010 [7] – $100 \text{ мкдлк}^{-1}\text{м}^{-2}$). Коефіцієнт світлоповертання на покритті з ШПО знизився в 2-3 рази в порівнянні з асфальтобетонним покриттям з гладкою поверхнею, такі дані підтверджують й інші експериментальні дослідження [5].

Таблиця 1

Коефіцієнти світлоповертання на контрольних ділянках поздовжньої розмітки з асфальтобетонним дорожнім покриттям різної шорсткості, $\text{мкдлк}^{-1}\text{м}^{-2}$

Період проведення обстежень	Асфальтобетонне покриття з гладкою поверхнею, шорсткість 0,47 мм	Асфальтобетонне покриття з поверхневою обробкою, шорсткість 3,6 мм
нанесення	272	208
через 1 місяць	257	141
через 3 місяці	235	85
через 6 місяців	122	34
через 8 місяців	33	-

У **табл. 2** представлені результати коефіцієнтів світлоповертання на контрольних ділянках поздовжньої розмітки з різним типом дорожнього покриття. Як видно, на цементобетонному покритті зниження світлоповертання відбувається більш інтенсивно в перші місяці експлуатації, розмітка не відповідала вимогам вже через 3 місяці.

Для забезпечення нормативних вимог до коефіцієнта світлоповертання необхідно збільшення питомої витрати склокульок при нанесенні дорожньої розмітки на покриття з ШПО та на цементобетонне покриття на 50-70 % та застосування склокульок більших фракцій (400-850), в порівнянні з дорожньою розміткою, що наноситься на асфальтобетонне покриття з природною шорсткістю.

Визначення ступеня зносу горизонтальної дорожньої розмітки проводилося через 3 і 6 місяців

Таблиця 2

Коефіцієнти світлоповертання на контрольних ділянках поздовжньої розмітки з різним типом дорожнього покриття, мкд.лк-1.м-2

Період проведення обстежень	Асфальтобетонне покриття, шорсткість 0,47 мм	Цементобетонне покриття, шорсткість 0,8 мм
нанесення	272	328
через 1 місяць	257	282
через 3 місяці	235	168
через 6 місяців	122	110
через 8 місяців	33	43

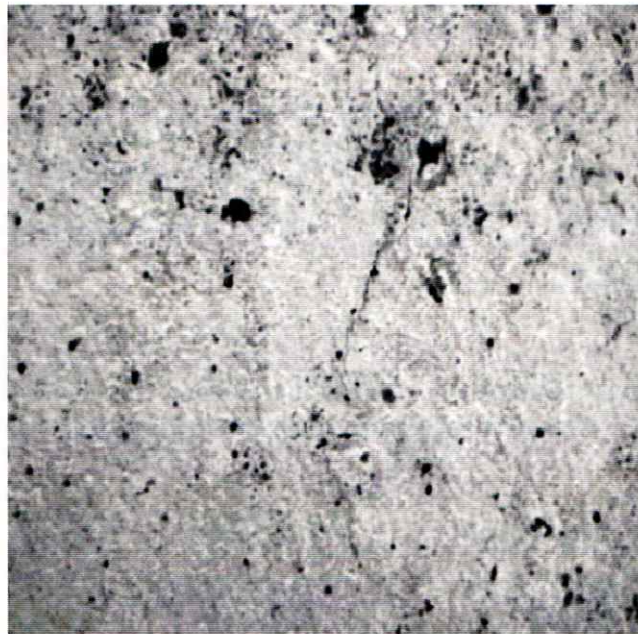
після безпосереднього її нанесення на дорожнє покриття. Для визначення ступеня зносу ліній розмітки по площі застосовувалася спеціальна палетка – прозора плівка розміром 180 × 240 мм з прямокутною сіткою з комітками розміром 10 × 10 мм. Із цією метою палетка накладалася на очищену від забруднень лінію розмітки безпосередньо на автомобільній дорозі. Потім проводилася її зйомка цифровим фотоапаратом з подальшою обробкою отриманого зображення на персональному комп'ютері.

Експериментальні дослідження показали, що знос ліній дорожньої розмітки по площі на покриттях з ШПО, так само як і на покритті з порівняно гладкою поверхнею, після 3 місяців експлуатації не перевищує 50 %, що задовольняє вимогам ДСТУ 3587-97 [8]. Однак, знос ліній дорожньої розмітки на покритті з ШПО після 3 місяців експлуатації майже вдвічі перевищує ступінь зносу розмітки на покритті без ШПО. Знос дорожньої розмітки після 6 місяців експлуатації на покриттях з ШПО, так само як і без поверхневої обробки не відповідає вимогам ДСТУ 3587-97 [8]. Втрата зносостійкості ліній розмітки на покриттях із ШПО пояснюється деякими особливостями механічного стирання самого захисного шару поверхневої обробки.

На відміну від зносу ліній розмітки на гладкому асфальтобетонному покритті (рис. 2 а), що відбувається внаслідок стирання шару розмічального матеріалу під дією транспорту [9], знос дорожньої розмітки на ШПО пов'язаний із стиранням кам'яного матеріалу, що застосовується для влаштування ШПО.

Початковим етапом зносу розмітки на ШПО є стирання розмічального матеріалу на поверх-

нях зерен кам'яного матеріалу (рис. 2 б). Потім стирання шару розмічального матеріалу відбувається синхронно зі стиранням зерен кам'яного матеріалу поверхневої обробки, тому порода мінеральної частини, а також марка щебеню, що застосовується при влаштуванні ШПО по міцності і зносу має суттєвий вплив на фактичний термін служби горизонтальної дорожньої розмітки.



а)



б)

Рис. 2. Макрознімок осьової лінії розмітки після 3 місяців експлуатації на асфальтобетонному покритті: а) з природною шорсткістю; б) з шорсткою поверхневою обробкою

На ділянках із цементобетонним покриттям зношування відбувається швидше ніж на гладкому асфальтобетонному покритті, але не так

інтенсивно, як на покритті зі ШПО. Причинами більш швидкого зношування розмітки на цементобетонному покритті можуть бути:

- більш висока жорсткість цементобетону порівняно з асфальтобетоном;
- більш слабка взаємодія розмічальних матеріалів, виготовлених на органічній основі, з цілком неорганічним за своєю природою цементобетоном;
- вплив плівкоутворюючих засобів догляду за свіжоукладеним бетоном;
- вік цементобетонного покриття.

Висновки

Проаналізувавши отримані результати можна зробити висновок, що для забезпечення зносостійкості дорожньої розмітки на асфальтобетонному покритті з ШПО та на цементобетонному покритті в порівнянні з розміткою на асфальтобетонному покритті з природною шорсткістю під час нанесення розмітки необхідно віддавати перевагу розмічальним матеріалам з більшою в'язкістю (пластикам холодного та гарячого нанесення) або ж збільшувати витрату фарби на 50-60 %.

Література

1. Седов А. В., Грищенко Т. М. Повышение эффективности горизонтальной дорожной разметки // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – Харьков, 2005. – № 31. – С. 1–3.
2. Евтеева С. М. Срок службы горизонтальной дорожной разметки на асфальтобетонных покрытиях с шероховатой поверхностью обработки // Вестник ВолгГАСУ. – Волгоград, 2011. – № 21 (40). – С. 67–71.
3. Голубенко В. В., Александров А. С., Сиротюк В. В. Анализ методов прогнозирования функциональной долговечности дорожной разметки // Вестник СибАДИ. – Омск, 2018. – Том 15. – № 4. – С. 574–587.
4. Бочкарев В. «Плюс» и «минус» дорожной разметки на поверхности обработки // Автомобильные дороги. – Москва, 2005. – № 4. – С. 19–21.
5. Арчибасов И. А. Динамика световозвращения на ШПО // Автомобильные дороги. – Москва, 2008. – № 4. – С. 125–126.

НОВИЙ СТАНДАРТ ЩОДО РОЗМІТКИ

Фахівцями відділу безпеки дорожнього руху ДП «ДерждорНДІ» завершено розроблення ДСТУ 2587:20XX «Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги», остаточна редакція проекту якого передана в національний орган стандартизації на прийняття в установленому порядку.

Цей стандарт був розроблений на заміну чинного ДСТУ 2587:2010 з метою осучаснення вимог щодо застосування дорожньої розмітки з урахуванням кращої світової практики та «Конвенції про дорожні знаки і сигнали».

В оновленому стандарті забезпечено:

- термінологічну сумісність з іншими нормативними актами та нормативними документами;
- основні показники і характеристики якості горизонтальної дорожньої розмітки, а також колір тимчасової горизонтальної розмітки приведено до вимог EN 1436;
- ширину розмітки 1.15 «Позначення зони, де проїзну частину перетинає доріжка для велосипедистів» приведено до вимог Конвенції «Про дорожні знаки і сигнали»;
- запроваджено нові види дорожньої розмітки, яка попереджає про наближення до наземного пішохідного переходу, транспортної розв'язки кільцевого типу, позначає місця зупинки таксі, трамваю, заправки електромобілів, проходження пішо- та велодоріжок, смуг для руху маршрутних транспортних засобів та велосипедистів, розмітку 1.18 доповнено стрілками, що позначають смуги для розвороту транспорту;
- розширено умови застосування розмітки 1.10.2 «Позначення місць, де заборонено стоянку транспортних засобів» та розмітки 1.22 «Позначення наближення до пристрою примусового зниження швидкості» згідно з національним стандартом щодо загальних вимог до пристроїв примусового зниження швидкості;
- деталізовано схеми влаштування розмітки 1.30 «Позначення місця для паркування індивідуального транспорту осіб з інвалідністю»;
- визначено необхідну площу розмітки;
- наведено схеми влаштування і приклади застосування розмітки.

6. Абакумов Г. В., Квасова М. Р. Исследование эффективности разметки проезжей части // Сборник трудов конференции ТюмГНГУ. – Тюмень, 2014. – С. 7–12.
7. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування: ДСТУ 2587:2010. – [Чинний з 2011-04-01]. – Київ, Держспоживстандарт України, 2011. – 59 с. – (Національний стандарт України).
8. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану: ДСТУ 3587-97. – [Чинний з 1998-01-01]. – Київ, Держстандарт України, 1997. – 24 с. – (Національний стандарт України).
9. Александров А.С., Голубенко В.В. Прогнозирование износа дорожной разметки на шероховатых покрытиях // Сборник трудов конференции СибАДИ. – Омск, 2002. – С. 9–17.

References

1. Sedov, A. V., Grishhenko, T. M. (2005). Povyshenie effektivnosti gorizontальной dorozhnoy razmetki. [Improving the efficiency of horizontal road marking]. Kharkiv, Vestnik Kharkovskogo natsionalnogo avtomobilno-dorozhnogo universiteta, 31, 1–3.
2. Evteeva, S. M. (2011). Srok sluzhby gorizontальной dorozhnoy razmetki na asfaltobetonnykh pokrytyakh s sherokhovatoj poverkhnostnoj obrabotkoy. [Working life of the horizontal traffic sign in asphalt coats with the chilled surface dressing]. Volgograd, Vestnik VolgGASU, 21 (40), 67–71.
3. Golubenko, V. V., Aleksandrov, A. S., Sirotyuk, V. V. (2018). Analiz metodov prognozirovaniya funktsionalnoj dolgovechnosti dorozhnoy razmetki. [Analysis of methods for predicting the functional durability of road markings]. Omsk, Vesnik SibADI, 4, 574–587.
4. Bochkaev, V. (2005). Plius i minus dorozhnoy razmetki na poverkhnostnoj obrabotke. [“Plus” and “minus” road markings on surface treatment]. Moscow, Avtomobil'nyye dorogi, 4, 19-21.
5. Archibasov, I. A. (2008). Dinamika svetovozvrashcheniya na ShPO. [The dynamics of retroreflectivity on the ShPO]. Moscow, Avtomobil'nyye dorogi, 4, 125–126.
6. Abakumov, G. V., Kvasova, M. R. (2014). Issledovanie effektivnosti razmetki proezzhej chasti // [Roadway Marking Efficiency Study]. Tyumen, Sbornik trudov konferencii TyumGNGU, 7–12.
7. Derzhstandart Ukrainy. (2010). Bezpeka dorozhnogo ruhu. Rozmitka dorozhnnya. Zagalni tehnicni vimogi. Metodi kontrolyuvannya: DSTU 2587:2010. [Road safety. Road markings. General technical requirements. Methods of control. Application rules: DSTU 2587:2010]. Kyiv, 59, National Standart of Ukraine.
8. Derzhstandart Ukrainy. (1997). Bezpeka dorozhnogo ruhu. Avtomobilni dorogi, vuliczi ta zaliznicni pereyizdi. Vimogi do ekspluatacijnogo stanu: DSTU 3587-97. [Road traffic safety. Automobile roads, streets and railway crossings. The requirements to operation condition: DSTU 3587-97]. Kyiv, 24, National Standart of Ukraine.
9. Aleksandrov, A. S., Golubenko, V. V. (2002). Prognozirovaniya iznosa dorozhnoy razmetki na sherokhovatykh pokrytyakh. [Prediction of wear of road markings on rough surfaces]. Omsk, Sbornik trudov konferencii SibADI, 9–17.