

УДК 625.746.5

Нагребельна Л. П., д-р філос. з трансп. техн., <https://orcid.org/0000-0002-5615-9075>Кострульова Т. Є., <https://orcid.org/0000-0002-9554-1285>Шпінь Д. М., <https://orcid.org/0000-0003-0779-5558>Корчевська А. А., <https://orcid.org/0000-0001-8245-9891>

Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»),
м. Київ, Україна

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ І МЕТОДІВ ВИПРОБУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ДОРОЖНЬОЇ РОЗМІТКИ, ЯК ПІДҐРУНТЯ ДЛЯ НОВИХ СТАНДАРТІВ

Анотація

Вступ. Горизонтальна дорожня розмітка є важливим елементом безпеки дорожнього руху, організування та упорядкування руху транспортних потоків. Також дорожня розмітка дозволяє збільшити пропускну здатність автомобільної дороги більше ніж на 20 % та зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод.

Сучасний етап розвитку дорожньої галузі характеризується посиленням вимог до дорожньої розмітки. Сьогодні вибір матеріалів для влаштування дорожньої розмітки дуже різноманітний, це: фарби, пластики холодного та гарячого нанесення, полімерні стрічки, попередньо сформовані вироби, мікрокульки скляні світлоповертальні тощо. Кожен матеріал має унікальний набір властивостей, пов'язаних із довговічністю, світлоповертанням, вартістю нанесення та життєвим циклом.

Проблематика. Розширення асортименту матеріалів для розмітки ускладнює задачу їхнього вибору. Вибір потрібно здійснювати з урахуванням багатьох чинників, зокрема: вид розмітки, дорожні умови (криві у плані, перехрещення доріг, дороги з високою інтенсивністю тощо), матеріал дорожнього покриття та його шорсткість.

Для того, щоб правильно вибрати матеріали для розмітки доріг, потрібно враховувати рівень навантаження на дорогу і строк використання.

З метою оптимального вибору, насамперед, необхідно здійснювати перевіряння якісних характеристик матеріалів шляхом проведення випробувань за фізико-механічними, технологічними, функціональними характеристиками.

Мета. На підставі проведеного аналізу технічних вимог і методів випробування матеріалів для дорожньої розмітки, визначити проблемні питання та шляхи їх вирішення.

Матеріали та методи. Аналіз нормативних документів щодо технічних вимог і методів випробування матеріалів для дорожньої розмітки.

Результати. Розглянуті технічні вимоги та методи випробування матеріалів для дорожньої розмітки у чинних нормативних документах України та у нормативних і технічних документах зарубіжних країн. Наведені основні зміни щодо окремих показників і методик випробувань у проектах нових нормативних документів.

Висновки. Розроблені нові стандарти є перехідним етапом від застарілих галузевих до європейських, їх зможуть використовувати українські виробники та дослідні лабораторії з наявним обладнанням для проведення якісного оцінювання та сертифікації матеріалів для дорожньої розмітки.

Ключові слова: дорожня розмітка, матеріал для дорожньої розмітки, мікрокульки скляні світлоповертальні, пластик гарячого нанесення, пластик холодного нанесення, фарба.

Вступ

Функціональна довговічність, денна та нічна видимість розмітки залежать від виду та якості матеріалів, від технології нанесення розмітки, умов її експлуатування тощо. У [1 – 2] американські дослідники надають результати досліджень довговічності розмітки залежно від виду матеріалу,

заходів із зимового утримування доріг, транспортного навантаження, типу лінії розмітки тощо. Дослідження у європейських країнах описані в [3].

Улаштування розмітки здійснюють різними матеріалами: фарбою, пластиками холодного та гарячого нанесення, попередньо сформованими виробами, полімерними стрічками, а в окремих спеціальних випадках — керамічною та клінкерною бруківкою, порцеляною крихтою тощо [4 – 6].

Відповідно до [7] на стадії вхідного контролювання матеріалів для розмітки необхідно здійснювати перевіряння якісних характеристик шляхом проведення випробувань за фізико-механічними, технологічними, функціональними характеристиками.

У рамках проведення сертифікації матеріалів також проводиться оцінювання відповідності показників чинним нормативним документам.

Основна частина

На теперішній час в Україні оцінювання якісних характеристик матеріалів для дорожньої розмітки здійснюють відповідно до галузевих стандартів [8 – 11]:

— [8] установлює вимоги та методи випробування фарб за такими показниками: колориметричними (коефіцієнт яскравості, координати колірності), технологічними (умовна в'язкість, час висихання до ступеня 3, час висихання після якого можна відкривати рух, густина), фізико-механічними (еластичність, покривність, ступінь перетиру, адгезія), функціональними (зносоустійкість за Табером, коефіцієнт зчеплення, стійкість до води, лугів та солей, зниження яскравості по бітуму тощо);

— [9] установлює вимоги та методи випробування пластиків, спреїпластиків гарячого та холодного нанесення за фізико-механічними (щільність, еластичність, адгезія), технологічними (час затвердіння до ступеня 3, в'язкість за Брукфілдом пластиків холодного нанесення, умовна в'язкість спреїпластиків холодного нанесення, розтікання пластиків гарячого нанесення), колориметричними (білизна, коефіцієнт яскравості, координати колірності) та функціональними характеристиками (морозостійкість, стійкість до води, лугів, солей, коефіцієнт зчеплення тощо);

— [10] установлює вимоги та методи випробування мікрокульок скляних світлоповертальних за зовнішнім виглядом, кольором, гранулометричним складом, коефіцієнтом заломлення скла, вмісту дефектів та чужорідних частинок, наявністю поверхневого оброблення;

— [11] установлює вимоги та методи випробування полімерних стрічок за світлоповертальними (коефіцієнт світлоповертання), колориметричними (білизна, коефіцієнт яскравості, координати колірності), функціональними характеристиками (морозостійкість, стійкість до води, лугів, солей, коефіцієнт зчеплення), фізико-механічними показниками (зовнішній вигляд, еластичність).

Відповідно до цих нормативних документів випробування матеріалів проводять за старими ГОСТами, які вже втратили чинність, а методики випробувань потребують перегляду.

У 2021 році набули чинності гармонізовані європейські стандарти щодо матеріалів для дорожньої розмітки [12 – 17].

[12] установлює класи якості за коефіцієнтами яскравості, світлоповертання та яскравості за розсіяного денного та штучного освітлення дорожньої розмітки як системи, що влаштована різними розмічальними матеріалами.

[13] установлює вимоги до таких характеристик матеріалів: ступінь суспензії і легкості перемішування, втрата маси після ущільнення, стійкість до старіння від ультрафіолетового випромінювання та втрата маси після його впливу, коефіцієнт яскравості, координати колірності, стійкість до лугів, розтікання (для фарб), термостійкість, холодостійкість і точка розм'якшення (для пластиків гарячого нанесення).

[14] описує методи випробування матеріалів для дорожньої розмітки, зокрема визначення густини, щільності, в'язкості, вмісту твердих речовин, органічних і неорганічних сполук, діоксиду титану, розчинника, золи, склокульок (для пластиків).

[15] описує метод випробування системи матеріалів на зношення на стенді для встановлення класів якості згідно з [12].

[16 – 17] установлюють вимоги до мікрокульок скляних світлоповертальних, які змішують з розміточним матеріалом та які посипають на поверхню свіжовлаштованого розміточного матеріалу. Показники мікрокульок, які нормують [10] та [16 – 17] майже однакові, виключенням є вимоги щодо визначення небезпечних речовин (миш'яку, свинцю та сурми) у гарманізованих стандартах. Для визначення вмісту небезпечних речовин у скляних мікрокуляках еталонним методом є атомно-емісійна спектrometerія з індуктивно-зв'язаною плазмою, яка дозволяє вимірювання в мільйонних частках концентрацій заявлених елементів. Для прискореного аналізування хімічного складу виготовлених склокульок перед відвантаженням можна використовувати портативний чи стаціонарний рентгенофлуоресцентний аналізатор (X-Ray Fluorescence, XRF).

На сьогоднішній день українські лабораторії не укомплектовані необхідним обладнанням для проведення випробувань за показниками, які встановлюють європейські стандарти. Для переобладнання лабораторій необхідно закуповувати вартісне обладнання, зокрема: газову хроматографічну систему, камери для УФ старіння, віскозиметр Кребса-Стормера тощо. Особливо вартісним є стенд для випробування на зношування, вартість якого орієнтовно становить один млн євро. У зв'язку зі складною економічною ситуацією та в умовах обмеженого фінансового забезпечення не всі виробники та лабораторії можуть закупити необхідне обладнання.

Ураховуючи застарілість галузевих стандартів і неможливість працювати за європейськими нормами було прийняте рішення на перехідний період переглянути діючі галузеві стандарти щодо матеріалів для дорожньої розмітки та розробити національні стандарти, що будуть встановлювати технічні вимоги до матеріалів та методів їх випробування, які будуть прийнятними для українських виробників і лабораторій, з урахуванням вимог нормативно-правових актів, будівельних норм, нормативних документів та передового світового досвіду.

Під час розроблення національних стандартів проводилися паралельні лабораторні дослідження та обговорення і з виробниками матеріалів для дорожньої розмітки щодо уточнення показників, зміни методів випробування, використання більш сучасного обладнання, введення інших показників для кращого проведення оцінювання якості матеріалів. Окрім цього, також були звернення до європейських спеціалістів щодо окремих питань з випробувань склокульок. Аналізувались американські, австралійські нормативні документи [18 – 24], а також технічні специфікації матеріалів різних країн з метою глибшого вивчення властивостей матеріалів.

За результатами проведеної роботи було внесено ряд змін за різними показниками.

Одним із основних показників, який визначає денну видимість розмітки є коефіцієнт яскравості. Відповідно до [25] цей показник встановлено тільки для білого та жовтого кольорів, але для дорожньої розмітки використовують також фарби інших кольорів – червону, синю, тому було введено вимоги за коефіцієнтом яскравості (β) й для цих кольорів (табл. 1). Для фарб різних кольорів також було введено вимоги за координатами колірності (табл. 1). Вимоги за коефіцієнтом яскравості (β) та координатами колірності для пластиків, спреїпластиків гарячого та холодного нанесення ідентичні.

Таблиця 1

Призначення фарби	Колір	Позначення координат	Координати колірності для кутових точок				Коефіцієнт яскравості (β)	
			1	2	3	4	Клас	Вимога
Для влаштування постійної дорожньої розмітки	Білий	x y	0,355	0,305	0,285	0,335	LF5	Не менше ніж 0,75
			0,355	0,305	0,325	0,375	LF6	Не менше ніж 0,80
							LF7	Не менше ніж 0,85
	Жовтий	x y	0,545	0,443	0,389	0,465	LF1	Не менше ніж 0,40
			0,455	0,399	0,431	0,535	LF2	Не менше ніж 0,50

Кінець таблиці 1

Призначення фарби	Колір	Позначення координат	Координати колірності для кутових точок				Коефіцієнт яскравості (β)	
			1	2	3	4	Клас	Вимога
Для влаштування постійної дорожньої розмітки	Червоний	x y	0,480 0,300	0,690 0,315	0,620 0,380	0,480 0,360	—	Від 0,06 до 0,15
	Синій	x y	0,105 0,100	0,220 0,180	0,200 0,260	0,060 0,220	—	Від 0,05 до 0,14
Для влаштування тимчасової дорожньої розмітки	Жовтий	x y	0,545 0,455	0,494 0,427	0,427 0,483	0,465 0,535	LF1 LF2	Не менше ніж 0,40 Не менше ніж 0,50

За спостереженнями фахівців на автомобільних дорогах існує проблема зниження яскравості дорожньої розмітки за рахунок налипання пилу та бруду.

Виробники матеріалів для дорожньої розмітки, намагаючись підвищити стійкість своїх матеріалів до зносу, додають спеціальний пігмент, що має властивість «липкості», навіть якщо матеріал висихає, підвищується брудотримання.

Така проблема спостерігається особливо на вулицях м. Києва, де фарбу наносять без склокульок.

Фахівці ДП «НІРІ» проводили заміри коефіцієнтів яскравості (β) на деяких вулицях м. Києва на існуючій дорожній розмітці, а також після її очищення (рис. 1).



Рисунок 1 — Визначення коефіцієнтів яскравості (β) на очищеній дорожній розмітці

Після очищення в середньому значення коефіцієнтів яскравості (β) вищі на (35 – 45) %.

Для перевіряння зниження яскравості у лабораторних умовах проводились дослідження на зразках фарб та пластиків щодо оцінювання стійкості до впливу бруду.

На пластини наносили аплікатором фарбу або пластик. Через 1 год з моменту нанесення фарби та через 2 год з моменту нанесення пластику вимірювали коефіцієнт яскравості (β). За результат вимірювань приймали середнє арифметичне значення не менше ніж п'яти визначень.

Через 3 години з моменту нанесення на перші дві пластини за допомогою сита наносили пил із розрахунку 60 г/м² таким чином, щоб уся поверхня пластин була вкрита рівномірним шаром. Відразу після нанесення пилу на поверхню пластин, по кожній із двох пластин прокочували колесом 20 разів по 1 проходу (рис. 2).

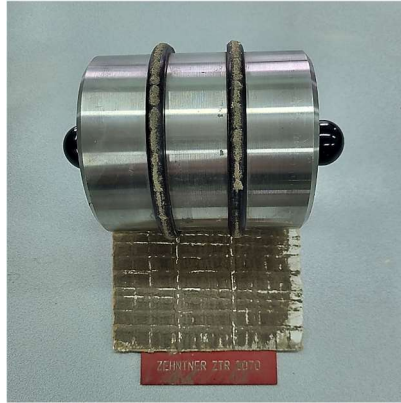


Рисунок 2 — Зразок із нанесеним пилом

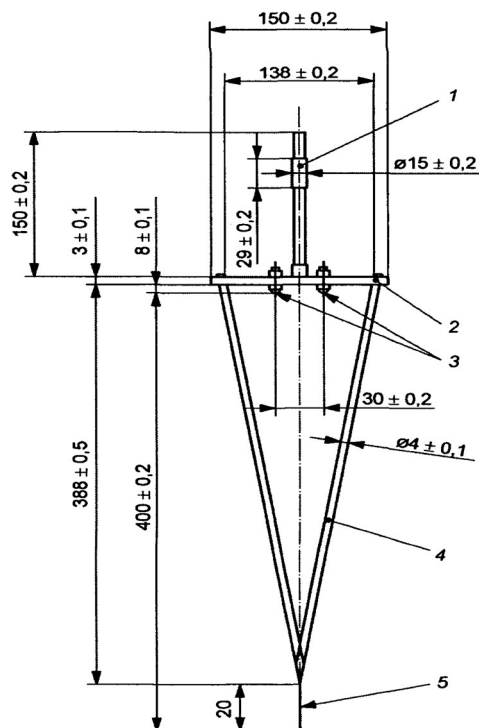
Через 10 хв пластини обдували струменем стисненого повітря під тиском 1 кг/см^2 на відстані $(25 \pm 5) \text{ см}$. Далі вимірювали коефіцієнт яскравості (β) кожної з двох пластин. За результат вимірювання приймали середньоарифметичне значення не менше п'яти визначень для кожної пластини.

Наступним кроком дослідження було зволоження зразків, з цією метою на пластини виливали 100 мл води з відстані $(20 - 25) \text{ см}$ протягом 10 с. Пластини висували та вимірювали коефіцієнт яскравості (β).

Випробування повторювали через 1, 2, 3 та 4 доби з моменту висихання матеріалів. Результати досліджень показали, що найбільше налипання пилу та зниження коефіцієнта яскравості (β) відбувається у перші години після нанесення матеріалів.

Враховуючи отримані результати, у нові нормативні документи було введено показник — зниження коефіцієнта яскравості після впливу дорожнього пилу.

Було уточнено вимоги до твердості плівки фарб, оскільки відповідно до [26] твердість за маятником Кеніга (**рис. 3**) вимірюють як період коливань у секундах.



- 1 — протизага;
- 2 — поперешина завширшки $(12 \pm 1) \text{ мм}$;
- 3 — кульки діаметром $(5 \pm 0,005) \text{ мм}$;
- 4 — рамка;
- 5 — наконечник.

Рисунок 3 — Маятник Кеніга

За рядом показників (еластичність, адгезія, густина, твердість, співвідношення товщини сформованого покриття до товщини рідкого шару фарби) вимоги до матеріалів, які використовують для постійної дорожньої розмітки, були посилені з метою забезпечення необхідної функціональної довговічності розмітки.

На вимогу виробників для оперативного та швидкого визначення в'язкості пластиків холодного нанесення (навіть у польових умовах) було додано показник — текучість за Даніелем. Метод полягає у вимірюванні відстані на градуйованій пластині приладу (рис. 4), на яку розтікається зразок пластику холодного нанесення за 60 с.



Рисунок 4 — Прилад для визначення текучості за Даніелем

Для полімерних стрічок були введені вимоги за коефіцієнтом світлоповертання за умов зволоження та умов дощу. Встановлені класи за коефіцієнтами світлоповертання та яскравості за розсіяного денного та штучного освітлення були узгоджені з європейськими вимогами.

У нових стандартах також встановлені вимоги до матеріалів, які використовуються для улаштування тимчасової дорожньої розмітки та демаркування.

Висновки

Ураховуючи багаторічний досвід і результати лабораторних випробувань і досліджень матеріалів для дорожньої розмітки, а також враховуючи досвід і результати аналізу нормативних і технічних документів зарубіжних країн були розроблені нові національні стандарти щодо технічних вимог і методів випробування матеріалів на заміну діючим галузевим стандартам. Розроблені нормативні документи стануть підґрунтям для подальшої інтеграції України в європейський простір щодо встановлення вимог до якості дорожньої розмітки, а українські виробники та лабораторії, зокрема органів оцінки відповідності, нормативну базу для проведення якісного оцінювання та сертифікації відповідних матеріалів.

Список літератури

1. Craig W. N., Sitzabee W. E., Rasdorf W. J., Hummer J. E. Statistical validation of the effect of lateral line location on pavement marking retroreflectivity degradation. *Public Works Management and Policy. United States*, 2007. No. 12 (2), P. 431–450. DOI: <https://doi.org/10.1177/1087724X07308773>.
2. Migletz J., Graham J., Harwood D., Bauer K. Service life of durable pavement markings. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. United States*, 2001. No. 1749 (1), P. 13-21. DOI: <https://doi.org/10.3141/1749-03>.
3. Babić D., Šcukanec A., Fiolić M. Model for Predicting Road Markings Service Life. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. Lithuania*, 2019. No. 14 (3), P. 341–359. DOI: <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2019-14.447>.

4. Babić D., Burghardt T. Application and characteristics of waterborne road marking paint. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*. Serbia, 2015. No. 5. P. 150–169. DOI: [https://doi.org/10.7708/ijtte.2015.5\(2\).06](https://doi.org/10.7708/ijtte.2015.5(2).06).
5. Гостев Ю. Г., Румянцев Л. Ю., Фощ І. В., Кострульова Т. Є. Функціональна довговічність дорожньої розмітки та якість розмічального матеріалу. *Дорожня галузь України*. Київ, 2011. № 3. С. 72–74.
6. Гостев Ю. Г., Румянцев Л. Ю., Фощ І. В., Кострульова Т. Є. Сучасні вимоги щодо застосування пластиків, полімерних стрічок, мікрокульок скляних світлоповертальних для горизонтальної розмітки автомобільних доріг. *Автошляховик України*. Київ, 2012. № 5. С. 42–48.
7. ДСТУ-Н Б В.2.3-37:2016 Настанова з влаштування горизонтальної дорожньої розмітки. Київ. 2016. 23 с. (Інформація та документація).
8. СОУ 42.1-37641918-116:2014 Фарба для горизонтальної розмітки автомобільних доріг. Технічні вимоги та методи випробовування. Київ. 2014. 30 с. (Інформація та документація).
9. СОУ 42.1-37641918-090:2012 Пластики, спрей-пластики холодного та гарячого нанесення для горизонтальної розмітки автомобільних доріг. Технічні вимоги та методи випробовування. Київ. 2012. 30 с. (Інформація та документація).
10. СОУ 42.1-37641918-089:2012 Мікрокульки скляні світлоповертальні для горизонтальної розмітки автомобільних доріг. Технічні вимоги та методи випробовування. Київ, 2012. 36 с. (Інформація та документація).
11. СОУ 42.1-37641918-088:2012 Стрічки полімерні для горизонтальної розмітки автомобільних доріг. Технічні вимоги та методи випробовування. Київ, 2012. 20 с. (Інформація та документація).
12. ДСТУ EN 1436:2020 (EN 1436:2018, IDT) Матеріали дорожньої розмітки. Експлуатаційні властивості матеріалів для розмітки та методи випробувань. Київ, 2021. 24 с. (Інформація та документація).
13. ДСТУ EN 1871:2021 (EN 1871:2000, IDT) Матеріали дорожньої розмітки. Фізичні властивості. Київ, 2021. 32 с. (Інформація та документація).
14. ДСТУ EN 12802:2021 (EN 12802:2011, IDT) Матеріали дорожньої розмітки. Лабораторні методи ідентифікації. Київ, 2021. 27 с. (Інформація та документація).
15. ДСТУ EN 13197:2021 (EN 13197:2011 + A1:2014, IDT) Матеріали дорожньої розмітки. Поворотний стенд для випробування на зношення. Київ. 2021. 23 с. (Інформація та документація).
16. ДСТУ EN 1423:2019 (EN 1423:2012; AC:2013, IDT) Матеріали дорожньої розмітки. Мікрокульки скляні, наповнювачі протиковзні та суміші з них для нанесення на поверхню. Київ, 2021. 55 с. (Інформація та документація).
17. ДСТУ EN 1424:2021 (EN 1424:1997; A1:2003, IDT) Матеріали дорожньої розмітки. Мікрокульки скляні для попереднього змішування з матеріалом для дорожньої розмітки. Київ, 2021. 8 с. (Інформація та документація).
18. AASHTO M 248-91 (2012) Standard specification for ready-mixed white and yellow traffic paints. United States. 2012. 6 p.
19. ASTM D6628-23 Standard specification for color of pavement marking materials. United States. 2023. 6 p. URL: <https://www.astm.org/d6628-23.html> (дата звернення 13.08.2023).
20. AASHTO M 247:2013 Specification for glass beads used in pavement markings. United States. 2013. 4 p.
21. AS 4049.1-2005 Paints and related materials. Pavement marking materials. Part 1: Solvent-borne paint. For use with surface applied glass beads. Sydney. 2005. 46 p.
22. AS 4049.2-2005 Paints and related materials. Pavement marking materials. Part 2: Thermoplastic pavement marking materials. For use with surface applied glass beads. Sydney. 2005. 58 p.
23. AS 4049.3-2005 Paints and related materials. Pavement marking materials. Part 3: Waterborne paint. For use with surface applied glass beads. Sydney. 2005. 50 p.
24. AS 4049.4-2006 Paints and related materials. Pavement marking materials. Part 4: High performance pavement marking systems. Sydney. 2005. 50 p.

25. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. Київ. 2021. 102 с. (Інформація та документація).
26. ДСТУ EN ISO 1522:2024 (EN ISO 1522:2022, IDT; ISO 1522:2022, IDT) Фарби та лаки. Визначення твердості за маятниковим приладом. Київ. 2024. 12 с. (Інформація та документація).

References

1. Craig W. N., Sitzabee W. E., Rasdorf W. J., Hummer J. E. Statistical validation of the effect of lateral line location on pavement marking retroreflectivity degradation. *Public Works Management and Policy*. United States, 2007. No. 12 (2), P. 431–450. DOI: <https://doi.org/10.1177/1087724X07308773> [in English].
2. Migletz J., Graham J., Harwood D., Bauer K. Service life of durable pavement markings. Transportation Research Record: *Journal of the Transportation Research Board*. United States, 2001. No 1749 (1), P. 13–21. DOI: <https://doi.org/10.3141/1749-03> [in English].
3. Babić D., Šćukanec A., Fiočić M. Model for Predicting Road Markings Service Life. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*. Lithuania, 2019. No. 14 (3), P. 341–359. DOI: <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2019-14.447> [in English].
4. Babić D., Burghardt T. Application and characteristics of waterborne road marking paint. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*. Serbia, 2015. No. 5. P. 150–169. DOI: [https://doi.org/10.7708/ijtte.2015.5\(2\).06](https://doi.org/10.7708/ijtte.2015.5(2).06) [in English].
5. Gostev Yu. G., Rummyantsev L. Yu., Fosch I. V., Kostrulova T. E. Funktsionalna dovgovichnist dorozhnoyi rozmitki ta yakist rozmichalnogo materialu. *Dorozhnya galuz Ukrayini*. Kyiv, 2011. No. 3. P. 72–74 [in Ukrainian].
6. Gostev Yu. G., Rummyantsev L. Yu., Fosch I. V., Kostrulova T. E. Suchasni vimogi schodo zastosuvannya plastikiv, polimernih strichok, mikrokulok sklyanih svitlopovertalnih dlya gorizontalnoyi rozmitki avtomobilnih dorig. *Avtoshlyahovik Ukrayini*. Kyiv, 2012. No. 5. P. 42–48 [in Ukrainian].
7. State Standart of Ukraine DSTU N B V.2.3-37:2016 Nastanova z vlashtuvannya horyzontalnoi dorozhnoi rozmitky (Guide arrangement horizontal road marking). Kyiv, 2016. 23 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
8. SOU 42.1-37641918-116:2014 Farba dlya gorizontalnoyi rozmitki avtomobilnih dorig. Tehnichni vimogi ta metodi viprobuvuvannya [Management organization standart (SOU 42.1-37641918-116:2014) Paint for horizontal marking of highways. Technical requirements and test method]. Kyiv, 2014. 30 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
9. SOU 42.1-37641918-090:2012 Plastyky, sprej-plastyky kholodnoho ta hariachoho nanesennia dlia horyzontalnoi rozmitky avtomobilnykh dorig. Tekhnichni vymohy ta metody vyprobuvannya [Management organization standart (SOU 42.1-37641918-090:2012) Plastics, spray-plastics of cold and hot drawing for horizontal marking of highways. Technical requirements and test methods] Kyiv, 2012. 30 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
10. SOU 42.1-37641918-089:2012 Mikrokulky skliani svitlopovertalni dlia horyzontalnoi rozmitky avtomobilnykh dorig. Tekhnichni vymohy ta metody vyprobuvuvannya [Management organization standart (SOU 42.1-37641918-089:2012) Reflective glass beads for horizontal marking of highways. Technical requirements and test methods]. Kyiv, 2012. 36 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
11. SOU 42.1-37641918-088:2012 Strichky polimerni dlia horyzontalnoi rozmitky avtomobilnykh dorig. Tekhnichni vymohy ta metody vyprobuvannya [Management organization standart (SOU 42.1-37641918-088:2012) Tapes polymeric for a horizontal marking of highways. Technical requirements and test methods] Kyiv, 2012. 20 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
12. State Standart of Ukraine DSTU EN 1436:2020 (EN 1436:2018, IDT) Materialy dorozhnoi rozmitky. Ekspluatatsiini vlastyvoli materialiv dlia rozmitky ta metody vyprobuvannya (Road marking materials. Road marking performance for road users and test methods). Kyiv, 2021. 24 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
13. State Standart of Ukraine DSTU EN 1871:2021 (EN 1871:2000, IDT) Materialy dorozhnoi rozmitky. Fizychni vlastyvoli (Road marking materials. Physical properties). Kyiv. 2021. 32 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

14. State Standard of Ukraine DSTU EN 12802:2021 (EN 12802:2011, IDT) Materialy dorozhnoi rozmitky. Fizychni vlastyvoli (Road marking materials. Laboratory methods for identification). Kyiv, 2021. 32 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
15. State Standard of Ukraine DSTU EN 13197:2021 (EN 13197:2011 + A1:2014, IDT) Materialy dorozhnoi rozmitky. Povorotnyi stend dlia vyprovuvannia na znoshennia (Road marking materials. Wear simulator turntable). Kyiv, 2021. 23 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
16. State Standard of Ukraine DSTU EN 1423:2019 (EN 1423:2012; AC:2013, IDT) Materialy dorozhnoi rozmitky. Mikrokulky skliani, napovniuvachi protykovzni ta sumishi z nykh dlia nanesennia na poverkhniu (Road marking materials. Drop on materials. Glass beads, antiskid aggregates and mixtures of the two). Kyiv, 2021. 55 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
17. State Standard of Ukraine DSTU EN 1424:2021 (EN 1424:1997; A1:2003, IDT) Materialy dorozhnoi rozmitky. Mikrokulky skliani dlia poperednoho zmishuvannia z materialom dlia dorozhnoi rozmitky (Road marking materials. Premix glass beads). Kyiv, 2021. 8 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
18. AASHTO M 248-91 (2012) Standard specification for ready-mixed white and yellow traffic paints. United States. 2012. 6 p. [in English].
19. ASTM D6628-23 Standard specification for color of pavement marking materials. United States. 2023. 6 p. URL: <https://www.astm.org/d6628-23.html> (Last accessed 13.08.2024) [in English].
20. AASHTO M 247:2013 Specification for glass beads used in pavement markings. United States. 2013. 4 p. [in English].
21. AS 4049.1-2005 Paints and related materials. Pavement marking materials. Part 1: Solvent-borne paint. For use with surface applied glass beads. Sydney. 2005. 46 p. [in English].
22. AS 4049.2-2005 Paints and related materials. Pavement marking materials. Part 2: Thermoplastic pavement marking materials. For use with surface applied glass beads. Sydney. 2005. 58 p. [in English].
23. AS 4049.3-2005 Paints and related materials. Pavement marking materials. Part 3: Waterborne paint. For use with surface applied glass beads. Sydney. 2005. 50 p. [in English].
24. AS 4049.4-2006 Paints and related materials. Pavement marking materials. Part 4: High performance pavement marking systems. Sydney. 2005. 50 p. [in English].
25. State Standard of Ukraine DSTU 2587:2021 Bezpeka dorozhnoho rukhu. Rozmitka dorozhnia. Zahalni tekhnichni umovy (Road safety. Road markings. General Specifications). Kyiv. 2021. 102 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
26. State Standard of Ukraine DSTU EN ISO 1522:2024 (EN ISO 1522:2022, IDT; ISO 1522:2022, IDT) Farby ta laky. Vyznachennia tverdosti za maiatnykovym pryladom (Paints and varnishes - Pendulum damping test). Kyiv. 2024. 12 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

Liudmyla Nahrebelna, *Ph.D. in Transport Technology*, <https://orcid.org/0000-0002-5615-9075>

Tetyana Kostrulyova, <https://orcid.org/0000-0002-9554-1285>

Denis Shpin, <https://orcid.org/0000-0003-0779-5558>

Alina Korchevskaya, <https://orcid.org/0000-0001-8245-9891>

State Enterprise "National Institute for Development Infrastructure" (SE "NIDI"), Kyiv, Ukraine

USE OF REGULATORY DOCUMENTS REGARDING MATERIALS FOR HORIZONTAL ROAD MARKINGS

Abstract

Introduction. Horizontal road markings are a crucial element of road safety, traffic organization and flow management. They also enhance the road's capacity by more than 20 % and reduce the number of road traffic accidents.

The modern development of the road sector is characterized by increasing demands on road markings. Today, the choice of materials for road markings is vast and includes: paints, cold and hot-applied plastics, polymer tapes, pre-formed products, retroreflective glass microbeads, and more. Each material has a unique set of properties related to durability, retroreflectivity, application cost, and life cycle.

Problem Statement. The expanded range of materials complicates the selection process for road markings. The choice must account for various factors, including the type of marking, road conditions (curves in plan, intersections, roads with high traffic volume, etc.), road surface material, and its roughness.

To select the proper materials for road markings, road traffic load level and expected service life must be considered.

To make an optimal choice, it is essential to test the quality characteristics of materials through evaluations of their physical-mechanical, technological, and functional properties.

Objective. Based on the analysis of regulatory documents regarding the technical requirements and testing methods for road marking materials, the study aims to identify problematic issues and ways to resolve them.

Materials and Methods. The study involves an analysis of regulatory documents concerning the technical requirements and testing methods for road marking materials.

Results. The technical requirements and testing methods for road marking materials specified in current regulatory documents were reviewed. The study outlines key changes regarding individual indicators and testing methods in the drafts of new regulatory documents.

Conclusions. The developed standards serve as a transitional phase from outdated sectoral standards to European ones. These standards can be used by Ukrainian manufacturers and research laboratories equipped to conduct quality assessments and certification of road marking materials.

Keywords: road marking, road marking material, retroreflective glass microbeads, hot-applied plastic, cold-applied plastic, paint.