



УДК 625.71:621.751

- © Ю.Г. Гостев, зав. відділу дорожньої обстановки,
- © Л.Ю. Румянцев, ст. науковий співробітник,
- © І.В. Фощ,
- © Т.Є. Кострульова (ДП “ДерждорНД”)

СУЧАСНІ ВИМОГИ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАСТИКІВ, ПОЛІМЕРНИХ СТРІЧОК, МІКРОКУЛЬОК СКЛЯНИХ СВІТЛОПОВЕРТАЛЬНИХ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ РОЗМІТКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. Наведено сучасні вимоги щодо застосування розміточних матеріалів для горизонтальної розмітки автомобільних доріг таких як: пластиків, спреї-пластиків холодного та гарячого нанесення, полімерних стрічок, мікрокульок скляних світлоповертальних. Контроль показників якості цих матеріалів значно підвищить якість та функціональну довговічність дорожньої розмітки.

Ключові слова: автомобільна дорога, розміточні матеріали, пластики, спреї-пластики гарячого та холодного нанесення, мікрокульки скляні світлоповертальні, стрічки полімерні, коефіцієнт яскравості, коефіцієнт світлоповертання.

Аннотация. Приведены современные требования по применению разметочных материалов для горизонтальной разметки автомобильных дорог как: пластиков, спрей-пластиков холодного и горячего нанесения полимерных лент, микрошариков стеклянных световозвращающих. Контроль показателей качества этих материалов значительно повысит качество и функциональную долговечность дорожной разметки.

Ключевые слова: автомобильная дорога разметочные материалы, пластики, спрей-пластики горячего и холодного нанесения, микрошарики стеклянные световозвращающие, ленты полимерные, коэффициент яркости, коэффициент световозвращения.

Annotation. The article presents the current requirements for the application of marking materials for horizontal partitioning of highways such as plastic, spray-plastic hot and cold drawing, polymer films, reflective glass micro balls. Monitoring quality indicators of these materials will greatly enhance the quality and durability of functional road markings.

Keywords: road, road marking materials, plastics, spray-plastic hot and cold application, conductive reflective glass, ribbons polymer, the rate of brightness ratio light reflective.

Вступ

Основне завдання, яке вирішується за допомогою розмітки — забезпечення безпеки руху на автомобільних дорогах. Розмітка доріг є способом регулювання руху транспортних засобів і пішоходів та одним з основних засобів зниження кількості дорожньо-транспортних пригод й аварійності на автомобільних дорогах. Вона сприяє підвищенню швидкості руху автомобілів, збільшуючи пропускну здатність дороги, що на сьогодні особливо актуально: це знають всі, хто потрапляв в затори.

Щоб відповідати зазначеним вище вимогам, розмітка має бути добре видна. Основні властивості розмітки — функціональна довговічність і видимість, однакова взимку і літом, вдень і вночі, на освітлених та неосвітлених дорогах, в сонячну і дощову погоду.

Розмітку автомобільних доріг виконують різними матеріалами: спеціальними фарбами і емалями, пластиками, спреї-пластиками холодного та гарячого нанесення, полімерними стрічками, готовими елементами тощо.

Варто зазначити, що перевагою фарб є низька вартість як самого матеріалу, що припадає на одиницю площі розмітки порівняно з використанням пластичних матеріалів, так і технологічного устаткування для його нанесення. Також необхідно відмітити короткий час висихання матеріалу (фарби), а також наявність можливості трафаретного нанесення складних по конфігурації елементів розмітки. Державним підприємством “Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна” (ДП “ДерждорНД”) розроблено галузевий стандарт



Фізико-механічні показники пластиків

Ч.ч.	Назва показника	Норми			
		Пластик гарячого нанесення	Спрей-пластик гарячого нанесення	Пластик холодного нанесення	Спрей-пластик холодного нанесення
1	Зовнішній вигляд поверхні затверділого матеріалу для розмітки	Однорідна поверхня без тріщин, пухирів, відшаровувань			
2	Координати колірності затверділого матеріалу для розмітки	Координати колірності згідно з 5.2.3 ДСТУ 2587 [2]			
3	Коефіцієнт яскравості затверділого матеріалу для розмітки, %	Коефіцієнт яскравості згідно з 5.2.4 ДСТУ 2587			
4	Білизна затверділого матеріалу для розмітки, %, не менше: – на дорожніх покриттях з чорним в'язучим	60			
	– на цементобетонних покриттях згідно з ДБН В.2.3-4 [3]	70			
5	Час затвердіння до ступеня 3 за температури (20 ± 2) °С та відносній вологості (65 ± 5) %, хв., не більше	20			
6	Стійкість затверділого матеріалу для розмітки до статичного впливу, годин, не менше:				
	– води за температури (20 ± 2) °С	72			
	– трипроцентного водного розчину хлористого натрію за температури (0 ± 2) °С	72			
	– насиченого водного розчину хлористого натрію за температури (0 ± 2) °С	72			
7	Щільність затверділого матеріалу для розмітки, г/см ³ , не менше	1,8			
	Еластичність затверділого матеріалу для розмітки при вигинанні, мм, не більше	20			
9	Розтікання за температури нанесення, мм	110 – 140		110 – 180	–
10	Температура розм'якшення, °С, не менше	80		–	–
11	Адгезія до асфальтобетону, МПа, не менше	0,40			
12	Умовна в'язкість по віскозиметру типу ВЗ-246 з діаметром сопла 4 мм за температури (20 ± 2) °С, сек.	–	–	–	80 – 180
13	Масова доля нелетких речовин, %, не менше	97		85	
14	Коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з поверхнею горизонтальної розмітки, влаштованою пластиками, спреї-пластиками холодного та гарячого нанесення	Коефіцієнт зчеплення згідно з 5.3.5 ДСТУ 2587			
15	В'язкість холодного пластика (до змішування його з каталізатором затвердження) за Брукфільдом А/4/10 за температури $(23 \pm 0,5)$ °С, мПа·сек	–	–	10 000 – 30 000	–
16	Морозостійкість затверділого матеріалу для розмітки, циклів, не менше	10			



Таблиця 2

Фізико-механічні показники полімерних стрічок

Ч.ч.	Назва показника	Норми
1	Зовнішній вид поверхні	Однорідна гладка або рифлена поверхня без тріщин, пухирів або відшаровувань, з рівними краями
2	Координати колірності	Координати колірності згідно з даними табл.3 та рис. 1 ДСТУ 2587
3	Коефіцієнт яскравості, %	Коефіцієнт яскравості згідно з даними табл. 4 ДСТУ 2587
4	Коефіцієнт світлоповертання, мкд ·лк ⁻¹ ·м ⁻²	Коефіцієнт світлоповертання згідно з даними табл. 5 ДСТУ 2587
5	Коефіцієнт яскравості при розсіяному денному та штучному освітленні, мкд ·лк ⁻¹ ·м ⁻² не менше: – на дорожніх покриттях з чорним в'язучим – на цементобетонних покриттях згідно з ДБН В.2.3-4	130 160
6	Білизна, %, не менше: – на дорожніх покриттях з чорним в'язучим – на цементобетонних покриттях згідно з ДБН В.2.3-4	60 70
7	Стійкість зразка до статичного впливу, годин, не менше: – води за температури (20 ± 2) °С – трипроцентного водного розчину хлористого натрію за температури (0 ± 2) °С – насиченого водного розчину хлористого натрію за температури (0 ± 2) °С – десятипроцентного водного розчину гідроксиду натрію за температури (20 ± 2) °С (для розмічання автомобільних доріг з цементобетонним покриттям)	72 72 72 72
8	Еластичність при вигинанні, мм, не більше	10
9	Коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з поверхнею горизонтальної розмітки, влаштованою стрічками полімерними	Коефіцієнт зчеплення згідно з п.5.3.5 ДСТУ 2587
10	Морозостійкість зразка, циклів, не менше	20

ГСТУ 218-03450778-105-2003 “Фарба для розмічання проїзної частини автомобільних доріг. Технічні вимоги” зі зміною №1 [1], в якому встановлено основні показники якості фарби.

Іншим широко поширеним матеріалом є пластики гарячого нанесення. Цей вид матеріалів не містить розчинників, а необхідні для нанесення розмітки текучі властивості отримують в результаті плавлення при температурі 150 – 220 °С. Особливістю пластиків гарячого нанесення є необхідність проведення розігрівання матеріалу перед застосуванням спеціальними пристроями для інфрачервоного нагріву асфальтобетонних покриттів. Горизонтальна дорожня розмітка з пластиків гарячого нанесення має набагато більшу функціональну довговічність, ніж у разі використання фарб.

В якості альтернативи пластиків гарячого нанесення можна навести пластики холодного нанесення, які не потребують розігрівання для їх застосування, а в початковому вигляді є текучою сумішшю

основних компонентів та затверджувача, що окремо додається. У результаті їх змішування утворюється матеріал, що створює елементи горизонтальної дорожньої розмітки. Проте необхідно відмітити, що пластики холодного нанесення мають не лише хорошу перспективу використання в різних кліматичних умовах, але і, можливо, в окремих випадках можуть бути оптимальним матеріалом для горизонтальної дорожньої розмітки.

Основна частина

ДП “ДерждонНДІ” розробляються стандарти організації України, які встановлюють фізико-технічні вимоги до пластиків, спреї-пластиків холодного та гарячого нанесення, полімерних стрічок, мікрокульок та методи випробування цих показників.

Фізико-механічні показники пластиків наведені у **табл. 1**.



Полімерні стрічки відносяться до виробів для дорожньої розмітки і застосовуються в експериментальному порядку. Виготовлення полімерних стрічок у заводських умовах дозволяє досягти високої і стабільної якості, але для високих результатів також потрібне ретельне дотримання технології нанесення розмітки. Вартість горизонтальної дорожньої розмітки з полімерних стрічок є дуже високою і перевищує вартість розмітки виконаною пластиками чи фарбою.

Фізико-механічні показники полімерних стрічок наведені у табл. 2.

Державний стандарт ДСТУ 2587:2010 “Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування” вимагає забезпечити розмічувальні покриття важливими для сприйняття оком людини оптичними характеристиками:

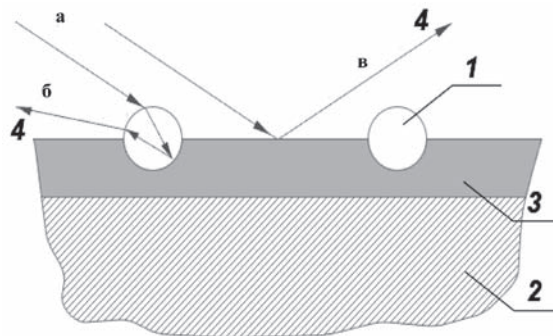
- дані межі координат колірності, за які не можуть виходити характеристики реальних дорожніх покриттів (x і y) для усіх кольорів (білого, жовтого, помаранчевого і чорного), що використовуються для розмітки доріг;
- вказані граничні значення коефіцієнтів яскравості дорожньої розмітки;
- вказані граничні значення коефіцієнтів світлоповертання для нової дорожньої розмітки та у процесі її експлуатації.

Головні властивості розмічувальних матеріалів – довговічність і гарна видимість при експлуатації – повинні зберігатися не менше ніж 6 місяців [2]. У разі застосування пластиків для розмітки їх строк зносостійкості має бути не менше ніж один рік, полімерних стрічок – не менше ніж три роки.

Обов'язковою вимогою при нанесенні розмітки на автомобільних дорогах є використання світлоповертальних матеріалів. Світлоповертальні властивості покриттю додають скляні мікрокульки, якими посипають свіжонанесену дорожню розмітку. Поки покриття не застигло, скляні мікрокульки, що впали на нього, занурюються в шар розмічувального матеріалу приблизно на $3/5$ свого діаметра. Після затвердіння матеріалу, покриття повинно міцно утримувати мікрокульки на своїй поверхні.

Скляні мікрокульки в покритті – це безліч увігнутих дзеркал. Промені світла від фар автомобіля, потрапляючи на дорожню розмітку, частково відбиваються від внутрішніх поверхонь мікрокульок і повертаються у бік водія (рис. 1). Чим більше різниця в світлових потоках від асфальту і розмітки, тим видніше розмітка водієві.

Величина світлового потоку, що повертається у бік водія, залежатиме від каламутності скляних мікрокульок (наявність в мікрокульках розсіюючих вкраплень), кривизни поверхні мікрокульок, глибини їх занурення в дорожню розмітку і коефіцієнта відбиття світла на кордоні розподілу “скло – покриття”.



- 1 – скляна мікрокулька;
- 2 – поверхня дорожнього покриття;
- 3 – шар дорожньої розмітки на дорожньому покритті;
- 4 – можливі напрямки відбиття променів світла;
- а – падаюче світло фар, б – відбиття світла назад, в – відбиття світла вперед

Рис. 1. Варіанти відбиття світлового потоку від фар автомобіля на дорозі

Дорожнє покриття з мікрокульками – це оптичний комплекс, характеристики якого залежать не лише від властивостей розмічувального матеріалу, але й від характеристик мікрокульок. Вимоги до якості мікрокульок представлені у табл. 3.

Існує три способи нанесення мікрокульок:

- введенням всередину розмічувального матеріалу в кількості 10 – 20 %;
- посипанням поверх свіжонанесеної розмітки в кількості 200 – 300 г/м²;
- поєднанням цих двох способів одночасно.

Товщина шару фарби, що висохла в розмітці складає 150 – 300 мкм. Розмір кульок має бути співмірний із цією величиною, оскільки для ефективної та тривалої їх дії кульки повинні лежати хоч би в два шари. Для фарби найкращими – і відносно довговічності розмітки, і відносно світлоповертання є скляні мікрокульки розміром 70 – 160 мкм. Рекомендується вводити мікрокульки в кількості до 25 – 30 % від маси емалі. Для досягнення оптимального коефіцієнта світлоповертання рекомендована витрата мікрокульок має бути 250 – 300 г/м². Пластики холодного та гарячого нанесення зазвичай наносять шаром 2 – 4 мм. Для них можна використати кульки розміром до 1 мм. У дощову погоду, коли кулька покрита плівкою води, умови сприятливіші для світлоповертання великими кульками. Підбираючи гранулометрію мікрокульок, необхідно враховувати усі ці чинники. Занурення мікрокульок в матеріал розмітки забезпечується їх більшою, порівняно з матеріалом, щільністю, необхідні світлотехнічні характеристики – показником заломлення скла. Щоб міцно утримуватися в матеріалі розмітки, мікрокульки повинні мати гарне зчеплення з ним. Для цього поверхню кульок обробляють спеціальними складами для надання їм гідрофобних властивостей.



Таблиця 3

Технічні вимоги до мікрокульок скляних

Ч.ч	Назва показника	Норма
1	Зовнішній вигляд склокульок	Скляні тіла, що мають сферичну форму. Поверхня склокульок повинна бути чистою. Склокульки не повинні мати вмісту залишків технологічних матеріалів (сажі, пилу тощо)
2	Колір склокульок	Склокульки безбарвні прозорі з відтінком світло-зеленого, світло-блакитного чи світло-сірого кольору в масі
3	Коефіцієнт заломлення скла	1,5, не менше
4	Гранулометричний склад склокульок, %: - верхнє запобіжне сито - верхнє номінальне сито - проміжне сито - нижнє номінальне сито	0 – 2 0 – 10 Для кожного з проміжних сит різниця між мінімальним та максимальним значеннями повних залишків не повинна перевищувати 40 % 95 – 100
5	Вміст склокульок, що містять дефекти, вміст за масою, %	20, не більше
6	Вміст гострокутових зерен та чужорідних часток, вміст за масою, %	3, не більше
7	Стійкість склокульок до статичної дії - води - тривідсоткового водного розчину хлористого натрію - тривідсоткового водного розчину хлористого кальцію - тривідсоткового водного розчину гідроксиду натрію	Після випробування на поверхні склокульок не повинно бути руйнувань, помутнінь, матових та ділянок, що потемніли

Висновки

Загалом розроблені стандарти дають змогу контролювати якість розмічувальних матеріалів, що значною мірою підвищує властивості та функціональну довговічність дорожньої розмітки.

У процесі експлуатації дорожню розмітку варто перевіряти на відповідність коефіцієнтів світлоповертання (R_L) та яскравості (Q_d) нормативним значенням [2]. ДП “ДерждорНДІ” проводить обстеження дорожньої розмітки за допомогою приладу Ретрорефлектометр ZRM 1013+ (рис. 2). Прилад легко та за лічені хвилини підлягає калібровці. Показники приладу за R_L і Q_d незалежно від часу доби відзначаються стабільністю та точністю. Багаторазові вимірювання оптичних властивостей розмітки на одній позиції показують практично стовідсоткову збіжність. Перераховані властивості приладу ZRM 1013+ підтверджені навіть роботою при мінусових температурах. Прилад ZRM 1013+ може застосовуватись не тільки за прямим призначенням, але й для виконання дослідних робіт, а також у виробничих умовах для уточнення витрат світлоповертальних мікрокульок з різними фракціями; вивчення динаміки зміни оптичних властивостей дорожньої розмітки в процесі експлуатації, призначення строків повторного нанесення дорожньої розмітки тощо.



Рис. 2. Визначення коефіцієнтів світлоповертання (R_L) та яскравості (Q_d) за допомогою приладу Ретрорефлектометр ZRM 1013+

ЛІТЕРАТУРА

1. ГСТУ 218-03450778-105-2003. Фарба для розмічання проїзної частини автомобільних доріг. Технічні вимоги.
2. ДСТУ 2587:2010. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування.
3. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.