



- © Ю.Г. Гостєв, зав. відділу,
- © Л.Ю. Румянцев, ст. наук. співробітник,
- © І.В. Фощ,
- © Т.С. Кострульова (ДерждорНД)

СУЧАСНІ ВИМОГИ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАСТИКІВ, ПОЛІМЕРНИХ СТІЧОК, 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 значним чином підвищить якість та функціональну довговічність дорожньої розмітки.

Ключові слова: 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 таких как: пластиков, спрей-пластиков холодного и горячего нанесения, полимерных лент, микрошариков стеклянных световозвращающих. Контроль показателей качества этих материалов в значительной степени повысит качество и функциональную долговечность разметки.

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

Annotation. It presents the current requirements for the use of materials Road marking for horizontal road markings such as plastic, spray plastics cold and hot application, polymeric films, conductive glass retroreflection. Monitoring quality of these materials is largely enhanced the quality and durability of functional road markings.

Key words: road marking materials, plastics, spray-plastic hot and cold application, conductive glass retroreflection, tape polymer, luminance factor, retroreflection factor.

Основне завдання, яке вирішують за допомогою дорожньої 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 та аварійності на автомобільних дорогах. Вона сприяє підвищенню швидкості руху автомобілів, збільшуючи пропускну здатність дороги, що нині особливо актуально — це знають всі, хто потрапляв у затори.

Щоб відповідати зазначеним вище вимогам, розмітка повинна бути такою, щоб її могли добре

бачити водії транспортних засобів і пішоходи. Основні властивості розмітки: функціональна довговічність та видимість, яка однакова взимку і влітку, вдень і вночі, на освітлених і неосвітлених дорогах, у сонячну і дощову погоду.

Розмітку автомобільних доріг виконують різноманітними матеріалами: спеціальними фарбами й емаліями, 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



Таблиця 1

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 вид поверхні затверділого матеріалу для розмітки	Однорідна поверхня без тріщин, пухирів, відшаровувань			
2	Координати колірності затверділого матеріалу для розмітки	Координати колірності відповідно 5.2.3 ДСТУ 2587 [2]			
3	Коефіцієнт яскравості затверділого матеріалу для розмітки, %	Коефіцієнт яскравості відповідно 5.2.4 ДСТУ 2587			
4	Білизна затверділого матеріалу для розмітки, %, не менше: – на дорожніх покриттях з чорним в'язким	60			
	– на цементобетонних покриттях згідно з ДБН В.2.3–4 [3]	70			
5	Час затвердіння до ступеня 3 за температури $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ та відносній вологості $(65 \pm 5) \%$, хв, не більше	20			
6	Стійкість затверділого матеріалу для розмітки до статичного впливу, годин, не менше:				
	– води за температури $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$	72			
	– трипроцентного водного розчину хлористого натрію за температури $(0 \pm 2) ^\circ\text{C}$	72			
	– насиченого водного розчину хлористого натрію за температури $(0 \pm 2) ^\circ\text{C}$	72			
	– десятипроцентного водного розчину гідроксиду натрію за температури $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (для розмічання автомобільних доріг з цементобетонним покриттям)	72			
7	Щільність затверділого матеріалу для розмітки, г/см^3 , не менше	1,8			
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, $^\circ\text{C}$, 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 $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, с	–	–	–	80-180
13	Масова доля нелетких речовин, %, не менше	97		85	



Ч.ч.	Назва показника	Норми			
		Пластик гарячого нанесення	Спрей-пластик гарячого нанесення	Пластик холодного нанесення	Спрей-пластик холодного нанесення
14	Коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з поверхнею горизонтальної розмітки, влаштованою пластиками, спреї-пластиками холодного та гарячого нанесення	Коефіцієнт зчеплення відповідно 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·с	—	—	10 000 – 30 000	—
16	Морозостійкість затверділого матеріалу для розмітки, циклів, не менше	10			

пластичних матеріалів, так і технологічного устаткування для його нанесення. Також необхідно відмітити короткий час висихання матеріалу (фарби), а також наявність можливості трафаретного нанесення складних за конфігурацією елементів розмітки. Держаним підприємством “Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П.Шульгіна” (ДП “ДерждорНД”) розроблений галузевий стандарт 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 виді є текучою сумішшю основних компонентів і 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, в окремих випадках, можуть бути оптимальним

матеріалом для горизонтальної дорожньої розмітки.

ДП “ДерждорНД” розробляє 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 наведено у **табл. 1**.

Полімерні стрічки відносять до виробів для дорожньої розмітки і застосовують в експериментальному порядку. Виготовлення полімерних стрічок у заводських умовах дозволяє добитися високої і стабільної якості, але для досягнення 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” [2] вимагає забезпечити розмічальні 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.



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 відповідно з даними табл. 3 та рис. 1 ДСТУ 2587
3	Коефіцієнт яскравості, %	Коефіцієнт яскравості відповідно з даними табл. 4 ДСТУ 2587
4	Коефіцієнт світлоповертання, мкд ·лк ⁻¹ ·м ⁻²	Коефіцієнт світлоповертання відповідно 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	30
	– на цементобетонних покриттях згідно з ДБН В.2.3–4	160
6	Білизна, %, не менше:	
	– на дорожніх покриттях з чорним в'язучим	60
	– на цементобетонних покриттях згідно з ДБН В.2.3–4	70
7	Стійкість зразка 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
	– десятипроцентного водного розчину гідроксиду натрію за температури (20 ± 2) °С (для розмічання автомобільних доріг з цементобетонним покриттям)	72
8	Еластичність при вигинанні, мм, не більше	10
9	Коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з поверхнею горизонтальної розмітки, влаштованою стрічками полімерними	Коефіцієнт зчеплення відповідно п.5.3.5 ДСТУ 2587
10	Морозостійкість зразка, циклів, не менше	20



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 – проміжнє 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

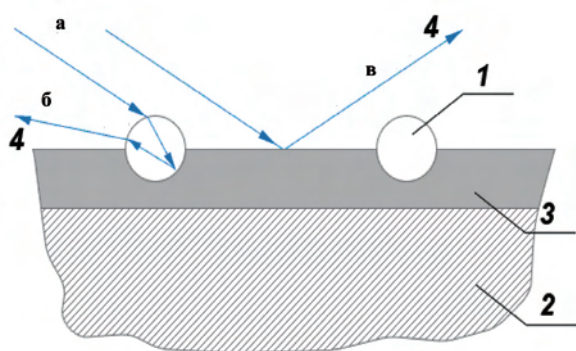
Головні властивості розмічальних матеріалів – довговічність і гарна видимість при експлуатації – повинні зберігатися за вимогами [2] не менше ніж 6 місяців. У разі застосування пластиків для розмітки їх строк зносостійкості має бути не менше ніж один рік, полімерних стрічок – не менше ніж три роки.

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 розміточного 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 крапель), кривизни поверхні мікрокульок, глибини їх занурення в дорожню розмітку і коефіцієнта відбиття світла на межі розділу “скло – покриття”.



1 – скляна мікрокулька; 2 – поверхня дорожнього полотна; 3 – шар дорожньої розмітки на дорожньому полотні; 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 розміточного матеріалу, але й від характеристик мікрокульок. Вимоги до якості мікрокульок наведені у табл. 3.

Існує три способи нанесення мікрокульок:

- введенням всередину розміточного 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 співрозмірним із цією величиною, оскільки для ефективної і тривалої їх дії кульки повинні лежати хоч би в два шари. Для фарби найкращими - і відносно довговічними 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 у 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.

У процесі експлуатації дорожню розмітку слід перевіряти на відповідність коефіцієнтів світлоповертання (R_L) та яскравості (Q_d) нормативним значенням згідно з [3]. ДП “ДерждорНДІ” виконує обстеження дорожньої розмітки за допомогою приладу Ретрорефлектометр ZRM 1013+ (рис. 2). Показники приладу за R_L і Q_d незалежно від часу доби відзначаються стабільністю та точністю. Неодноразові 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+ можна застосовувати 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+

Висновки

Для забезпечення належної безпеки руху та якості і функціональної довговічності дорожньої розмітки потрібен постійний контроль якості розміточних матеріалів і технології їх нанесення згідно з чинними нормативними документами.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГСТУ 218–03450778–105–2003. Фарба для розмітання 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.