

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**II тур Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт
2020/2021 за напрямом «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»**

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА БЕЗПЕКУ РУХУ

Девіз «Безпека»

2021

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка – 30 с., рисунків – 16, таблиць - 4, використаних джерел - 17.

Метою роботи є дослідження факторів, що можуть вплинути на сталу роботу дорожніх знаків і як наслідок на рівень безпеки руху

У дослідженні розглянуто експлуатаційні та матеріальні фактори, що мають вплив на якість та видимість дорожніх знаків, проаналізована залежність видимості дорожніх знаків від якості плівок та природних умов.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ, ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНІ УМОВИ, ПЛІВКИ, НОРМАТИВ, БЕЗПЕКА РУХУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. Аналіз попередніх робіт, що присвячені зниженню рівня аварійності.....	5
Висновки до розділу.....	6
РОЗДІЛ 2. Залежність видимості дорожніх знаків від якості плівок.....	8
2.1. Візуальний нагляд за різними типами плівок.....	10
2.2. Визначення стійкості плівок до статичної дії рідини.....	12
2.3. Визначення достатньої ударної міцності зразків.....	14
2.4. Визначення міцності зчеплення клейового шару зразків (адгезії).....	16
2.5. Визначення якості видалення захисної підкладки світлоповертальної плівки.....	19
Висновки до розділу.....	20
РОЗДІЛ 3. Залежність видимості дорожніх знаків від погодних умов.....	21
Висновки до розділу.....	28
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	29

ВСТУП

Актуальність теми. Відносна кількість загиблих у нас у 7 - 10 разів більша, ніж у розвинених країнах. Наслідки ДТП в Україні завдають збитків у розмірі 1,4% ВВП. Через кілька років кількість автомобілів, ризики аварійності і збитки подвояться. При невжитті кардинальних заходів з підвищення безпеки на дорогах будуть стримуватися інвестиції в економіку країни, через небезпеку пересування та транспортування. Важливим аспектом міжнародних відносин є ставлення до життя і здоров'я людини [1]. Найбільш гострою проблемою, викликаною різким ростом автомобілізації, є аварійність. За даними Всесвітньої асоціації дорожніх конгресів і Міжнародної дорожньої федерації на автомобільних дорогах всіх континентів щорічно гине більше 200 тис. чол., а втрати від аварійності в багатьох країнах складають близько 1% національного прибутку.

На сьогодні дорожні знаки є основним засобом регулювання дорожнього руху; саме з них водії читають необхідну для безпечного проїзду інформацію, що попереджає про подальші умови руху. Тому якість матеріалів для виготовлення знаків грає значну роль у роботі по зниженню аварійності.

Деякі фактори приводять до того, що водій не в змозі прийняти правильне рішення через недостатню видимість дорожніх знаків. На недостатню видимість їх можуть впливати природні фактори, якість матеріалів, недосконалість конструкції, тривалий термін експлуатації тощо.

Метою дослідження є вивчення технологічних та природніх факторів, що можуть істотно впливати на сталу роботу дорожніх знаків.

Об'єктом дослідження є процес функціонування підсистеми «водій - дорога» при визначенні впливу дорожніх знаків на БДР.

Предметом дослідження є оцінка залежності впливу технологічних та природніх факторів на рівень надання інформації водіям через дорожні знаки.

Методи дослідження: теоретичні дослідження ґрунтовані на формалізації статистичних даних, експериментальні дослідження ґрунтовані на методах натурного моделювання.

РОЗДІЛ 1

Аналіз попередніх робіт, що присвячені зниженню рівня аварійності

Метою розділу є вивчення основних факторів, що впливають на рівень аварійності на автомобільних дорогах.

Основою для аналізу досліджень у сфері безпеки дорожнього руху стали теоретичні та практичні труди вітчизняних та закордонних вчених у числі котрих В.Ф. Бабков, О.П. Васільєв, Г.І. Клинковштейн, Ю.О. Кременець, М.М. Поздняков, Є.Д. Прусенко, І.М. Пугачев, С.Г. Цупіков, В.В. Ушаков, О.В. Бусел, В.В. Сільянов та багато інших спеціалістів. Розглянуто автореферати та дисертації, автори яких провели роботу за спорідненими темами, та дійшли до певних висновків.

Причини, за якими стає можливим поява умов для скоєння ДТП сформульовано у [2], вони визначені взаємодією факторів «водій - дорога - автомобіль - навколишнє середовище».

Впродовж останніх десятиріч країни - лідери в області безпеки дорожнього руху (наприклад, Скандинавські країни, Німеччина) успішно реалізували потенціал простих і недорогих рішень.

Передусім, йдеться про вдосконалення системи управління безпекою дорожнього руху, інформаційно-пропагандистську роботу з різними групами населення, роботу з дітьми з метою профілактики ДТП, рішення по стримуванню швидкостей руху транспортних засобів, вдосконалення системи підготовки водіїв і їх допуску до управління транспортними засобами, формування громадської думки і пропаганди в області безпеки дорожнього руху (зокрема, використання ременів безпеки, шоломів, світловідбивачів).

У результаті впроваджених заходів у цих країнах - найбезпечніші дорожні мережі у світі. Незважаючи на високий рівень автомобілізації, ці країни і нині продовжують воліти до значних результатів по зниженню аварійності.

На безпеку дорожнього руху робить вплив безліч чинників:

- об'єктивних (конструктивні параметри і стан дороги, інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів, облаштування доріг спорудами і засобами регулювання, пора року, час доби);
- суб'єктивних (стан водіїв і пішоходів, порушення ними встановлених правил).

Аналіз робіт виявив декілька основних перспективних напрямків, які можуть вплинути на стан безпеки руху. Деякі роботи присвячені питанням розробки теоретичних засад формування нормативної бази безпеки дорожнього руху та прогнозування дорожньо-транспортних пригод. У них сформовано методологію підвищення безпеки дорожнього руху на основі розроблення системи стандартів та інших нормативних документів, які дозволяють проводити сертифікацію процесів у системі “водій - автомобіль - дорога - довкілля” та систематичний нагляд за сертифікованими елементами системи.

Інші роботи [3] присвячені розробці методу аналізу та підвищенню безпеки дорожнього руху на основі енергетичних характеристик руху транспортного потоку. Введено поняття “небезпеки дорожнього руху”, на основі якого сформульовані часні поняття “абсолютної, загальної і місцевої небезпек руху” одиночного транспортного засобу та транспортного потоку, для яких виведені відповідно миттєва, просторова та часова енергетичні характеристики, що об'єктивно зв'язують показники руху транспортного потоку з показниками аварійності.

Проблема аварійності на зосереджених ділянках автодоріг повно освічена у [4], в якій аналітичним та експериментальним шляхом визначена множина типів конфліктних точок між транспортними і пішохідними потоками, необхідна і достатня для коректної оцінки ступеня конфліктності як регульованих так і нерегульованих перехресть. У роботі запропонована оцінка небезпеки кожного з типів конфліктних точок, яка враховує статистичну ймовірність скоєння дорожньо-транспортної пригоди залежно від характеристик транспортних і пішохідних потоків, а також дорожніх умов.

Висновки до розділу. Аналіз досліджень, що розглянуті у цьому розділі, дозволив відзначити ряд моментів, які вищевказані автори, у силу специфіки

своїх робіт, не враховували:

- по-перше, у багатьох роботах зроблено висновки, що дорожній фактор займає дуже невеликий відсоток у впливі на виникнення аварійної ситуації;
- по-друге, до теперішнього часу не існує єдиної методики виявлення впливу того або іншого фактору на безпеку дорожнього руху.
- по-третє, при дослідженні впливу дорожнього фактору на аварійність вивчено вплив в основному геометричних характеристик автомобільних доріг та стан покриття автодороги; інженерне обладнання та технічні засоби (у тому числі дорожні знаки) практично завжди залишаються поза увагою.

Слід відзначити, що серед наведених інструментів, що реалізуються через різні заходи, немає єдиного та радикального засобу для підвищення безпеки дорожнього руху.

Організаційно-правовою основою наявності на автомобільних дорогах дорожніх знаків є правила дорожнього руху, загальнодержавні стандарти, нормативні документи, що регламентують діяльність підрозділів дорожньо-експлуатаційної служби.

РОЗДІЛ 2

Залежність видимості дорожніх знаків від якості плівок

Дорожні знаки мають свою давнішню історію. Перші дорожні показники з'явилися практично одночасно з виникненням доріг. Для позначення маршруту первісні подорожуючі надломлювали сучки і робили мітки на корі дерев, встановлювали вздовж доріг камені певної форми [5].

Наступним кроком стало надання придорожнім спорудам конкретної форми, щоб виділити їх на фоні навколишнього пейзажу. З цією метою вздовж доріг почали ставити скульптури. Багато таких скульптур можна побачити у музеях Житомирщини (рис. 2.1). Такі знаки встановлювалися на початку та при кінці населеного пункту, вони були прототипом сучасних дорожніх знаків 5.45 та 5.46 «Початок та кінець населеного пункту».



Рис. 2.1. «Половецькі баби»

Щорічно на замовлення Служби автодоріг філіями ДП «Житомирський облавтодор» встановлюється та замінюється близько 3 тис. дорожніх знаків. Така, на перший погляд велика кількість обумовлена наступними факторами:

- влаштування та демонтаж тимчасових знаків, які попереджають про зимову слизькість та проведення дорожніх робіт;
- крадіжки та пошкодження знаків;
- природний вихід із ладу.

Якщо по першим двом пунктам все зрозуміло то що означає «природний вихід із ладу»?

Виготовлення та застосування дорожніх знаків на Україні регламентується національним стандартом України ДСТУ 4100-2002 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування» [6].

Також необхідно пам'ятати, що згідно пункту 9.1 вказаного нормативу, гарантійний строк для знаків з внутрішнім і зовнішнім освітленням - два роки, а для знаків із світлоповертальною поверхнею - один рік від дня введення в експлуатацію. Тобто, теоретично, щорічно кожен дорожній знак повинен бути замінено. Фактично, через недостачу фінансування такі обсяги робіт на сьогодні виконати неможливо. Згідно річного технічного звіту, на балансі Служби автодоріг у Житомирській області знаходиться близько 40 тис. дорожніх знаків (цифра приблизна, тому що кількість знаків щоденно змінюється), і згідно нормативу щорічно необхідно замінювати близько 20 тис. дорожніх знаків.

Ця проблема також знайшла свій відгук і у рішенні Колегії Укравтодору від 25.06.2009 № 47 № Про забезпечення автомобільних доріг загального користування сучасними дорожніми знаками (Рішення введено в дію Наказом Державної служби автомобільних доріг № 322 від 01.07.2009) [7].

Вирішення проблеми сталого функціонування знаків полягає у збільшенні строку їх експлуатаційної роботи. Для вирішення цієї проблеми на базовому підприємстві по виготовленню дорожніх знаків було запропоновано експериментально використати новий тип світлоповертальної плівки, яка б дала змогу збільшити експлуатаційний строк служби знаків. Із існуючих пропозицій для експерименту було вибрано плівки фірми LG.

Світлоповертаюча плівка LG LITE LL7000 на основі PET, чудово повертає світло в бік джерела світла, маючи при цьому досить широкий кут

відображення. LG LITE LL7000 успішно використовується для виробництва рекламного оформлення щитів, показчиків тощо.

Ця серія відрізняється високою межею міцності на розрив (міцністю) і високою адгезією клейового шару до поверхні. Стійка до атмосферного впливу і після 5 років застосування на вулиці зберігає понад 80% своїх первинних властивостей. Має яскраві, чисті кольори, не вицвітає після тривалої експлуатації. Має виняткову зносо-, волого-, теплостійкість, стійка до впливу розчинників. Виробник надає гарантію на плівку 7 років.

До речі, у США розроблено програму, згідно якої планується замінити всі існуючі дорожні знаки на нові знаки з покриттям із мікропризматичної плівки, термін придатності якої встановлено на рівні 10 - 12 років [8].

2.1. Візуальний нагляд за різними типами плівок

У якості експерименту на ділянці Іб категорії автомобільної дороги було встановлено 30 знаків із новим типом плівок. Розташування основної кількості знаків було таким, що вони знаходились практично весь день під прямим впливом сонячних промінів, тобто було зроблено максимальні умови для впливу на знаки агресивного середовища.

Перевірка якості знаків проводилася через тиждень, місяць і рік після початку експлуатації шляхом візуального контролю у денний та нічний період доби (рис. 2.2-2.5). Аналіз показав, що коліметрічні характеристики дорожніх знаків після року експлуатації знаходяться у межах, передбачених вимогами [6].

Також проводилися лабораторні порівняльні аналізи згідно з рекомендаціями по контролю якості дорожніх знаків.

Проведено декілька експериментальних аналізів двох видів плівок. У подальшому зразок А - нова запропонована плівка, зразок Б - плівка, яка використовувалася раніше; назви виробників плівок навмисно не приводиться.



Рис. 2.2. Зразки знаків через 1 рік експлуатації (ліворуч та у центрі - знак із новою плівкою LG, праворуч - знак із плівкою старого «інженерного» зразку)



Рис. 2.3. Вигляд встановлених одночасно дорожніх знаків через 1 рік (ліворуч - знак з плівкою LG)



Рис. 2.4. Знак з плівкою LG через 1 рік експлуатації



Рис. 2.5. Знак із стандартною плівкою через 1 рік експлуатації

2.2. Визначення стійкості плівок до статичної дії рідини

Випробування проводилися протягом 1 години в атмосферних умовах при температурі повітря $20 (\pm 2)^\circ \text{C}$ і відносній вологості $65 (\pm 5)\%$.

Суть методу полягає у визначенні зовнішнього вигляду і захисних властивостей покриттів після дії рідин в плинні заданого часу.

Вживані засоби виміру і допоміжне устаткування:

- піпетка, що забезпечує об'єм однієї краплі 0,1 мл;
- лупа чотирьохкратного збільшення за ГОСТ 25706 [9];

Підготовка до виконання вимірів. Було виготовлено зразки плівки розміром не менше 150x150 мм.

Виконання вимірів. На горизонтально розташований зразок плівки на відстані 20 мм від краю плівки нанесено 10 крапель рідини (рис. 2.6 а).

Відстань між краплями не має бути менше 20 мм. Випробування проведено на двох зразках плівки.

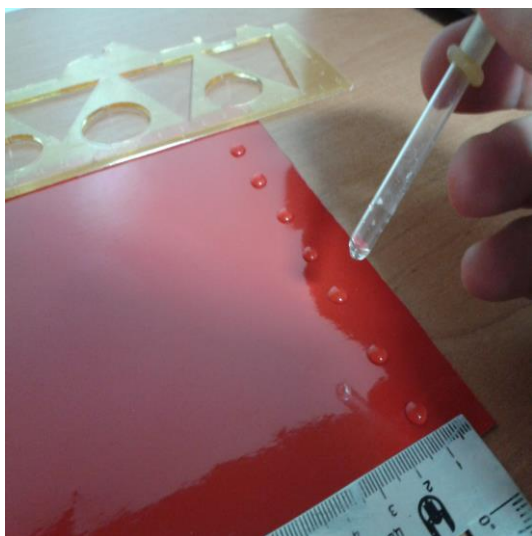
Після випробувань краплі видалено з поверхні плівки. Після випробувань мінеральною олією плівку було протерто ватою, злегка змоченою уайт-спіритом

(до повного видалення слідів олії, рис. 2.6 б). Після випробування бензином і 3%-вим розчином $NaCl$, плівку промито проточною водою і висушено фільтрувальним папером (рис. 2.6 в). Після випробувань дистильованою водою, плівку висушено фільтрувальним папером без промивання.

Обробка результатів вимірів. При огляді було порівняно ділянку плівок на обох зразках, де було поміщено краплі з ділянками, що не піддавалися дії рідини. При огляді було застосовано лупу чотирьох кратного збільшення (рис. 2.6 г).

За наявності істотного розтріскування, лущення, пузириться, згортання країв і інших дефектів, випробування повторюють на подвоєній кількості зразків.

З останніх чотирьох випробовуваних зразків невідповідність вимогам допускається для одного зразка.



а



б

Продовження рис. 2.6



В



Г

Рис. 2.6. Етапи проведення експерименту

У результаті проведеного аналізу жоден з зразків не виявив будь-яких дефектів.

2.3. Визначення достатньої ударної міцності зразків

Умови вимірів. Виміри проводилися при температурі повітря $20 (\pm 5)^\circ\text{C}$, відносній вологості від 45% до 80%.

Метод визначення. Суть методу полягає в дії ударним навантаженням на зразки світлоповертальної плівки.

Вживані пристрої. Сталевий бойок з сферичним наконечником радіусом 8 мм і масою (1.00 ± 0.01) кг (рис. 2.7).

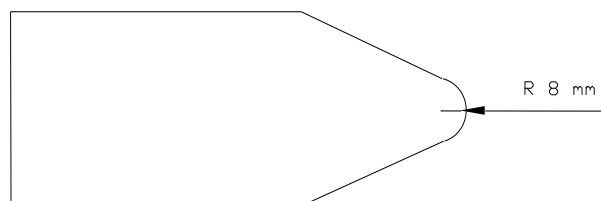
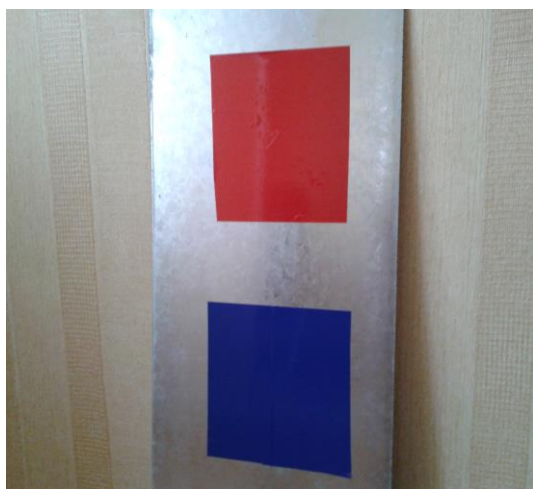


Рис. 2.7. Сталевий бойок з сферичним наконечником

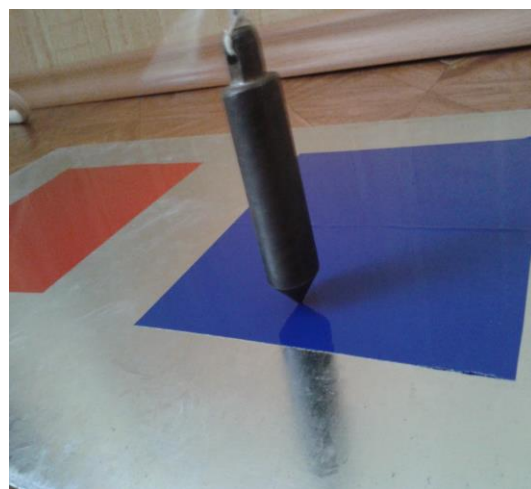
Підготовка до виконання вимірів. Для експерименту було взято фрагмент дорожнього знаку, зразки світлоповертальної плівки розміром не менше 150х150 мм було наклеєно на основу дорожнього знаку (рис. 2.8 а).

Виконання вимірів. Фрагменти знаку піддавалися ударній дії 10 разів кожен шляхом скидання на нього сталевого бойка з сферичним наконечником з висоти (1000 ± 10) мм (рис. 2.8 б).

Обробка результатів вимірів. При візуальному огляді виявлялися тріщини та деформації у безпосередній області удару і за її межами (рис 2.8 в - зразок А; рис 2.8 г - зразок Б). Результати огляду викладено у табл. 2.1.



а



б



в



г

Рис. 2.8. Визначення ударної міцності зразків

Таблиця 2.1

Результати випробування зразків

Тип зразка	Виявлені пошкодження, мм									
Цикл випробування	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зразок А	2	1,5	2	2,5	2	2	1,5	2	2	1,5
Зразок Б	3	3	4	3	3,5	2	3	3	3,5	4

На основі таблиці проводимо порівняльний аналіз рівня деформативності зразків (рис. 2.9).

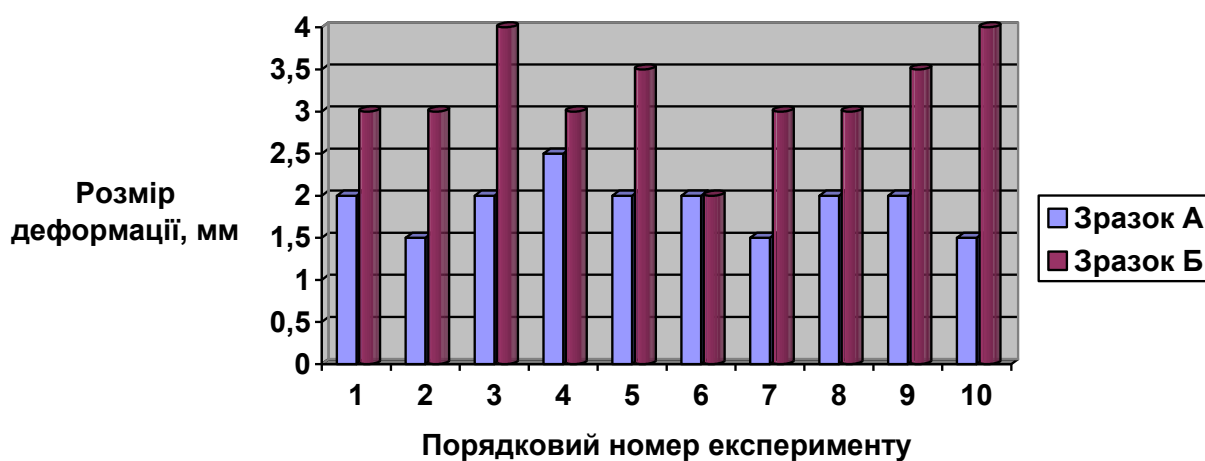


Рис. 2.9. Порівняльний аналіз випробувань

Як видно з діаграми, зразок А менш підтверджено деформаціям ніж зразок Б, показник зразку А тільки один раз перевищив відмітку у 2 мм, тоді як у зразка Б середній розмір деформації складає 3 мм.

2.4. Визначення міцності зчеплення клейового шару зразків (адгезії)

Умови вимірів. Виміри проводилися при температурі повітря $20 (\pm 5)^\circ \text{C}$, відносній вологості від 45% до 80%.

Метод визначення. Суть методу полягає у визначенні міри адгезії світлоповертальних плівок до основи дорожнього знаку.

Використані засоби виміру:

- лінійка металева за ГОСТ 427 [10];
- секундомір.

Використані допоміжні пристрої:

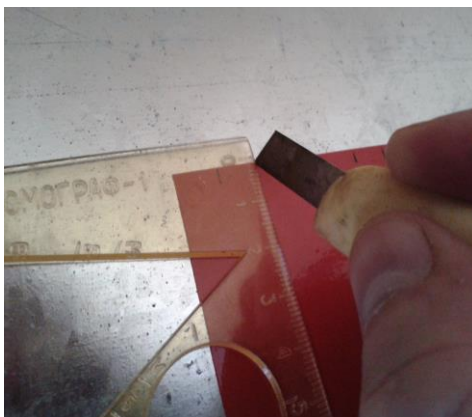
- вантаж масою 0,4 кг;
- ніж з гострим лезом.

Підготовка до виконання вимірів. Зразки плівок розміром 200x100 мм, наклеєні на основу фрагменту дорожнього знаку.

Виконання вимірів. Світлоповертальну плівку було розрізано ножем з гострим лезом до металевої основи паралельними перерізами (через кожні 10 мм) на 10 смуг (рис. 2.10 а).

Зразки було покладено світлоповертальним матеріалом вниз в горизонтальній площині. До заздалегідь відклеєних вручну на довжину 10 мм кінців однієї із смуг плівки перпендикулярно підвищено вантаж масою 0,4 кг на 10 хвилин. Операцію було повторено для кожної із смуг (рис. 2.10 б).

Металевою лінійкою проводились заміри величин відшарування кожної із смуг (рис. 2.10 в).



а



б



в

Рис. 2.10. Визначення адгезії клейового шару зразків

Обробка результатів вимірів. При вимірі величини відшарування кожної із смуг за результат набувають значення, вираженого в міліметрах і заокругленого до цілого значення. Результати експерименту викладено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Результати випробування зразків

Тип зразка	Виявлені пошкодження, мм									
Цикл випробування	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зразок А	12	15	20	15	10	12	15	20	20	14
Зразок Б	35	38	40	30	35	27	36	38	35	41

На основі таблиці проводимо порівняльний аналіз рівня адгезії клейового шару зразків (рис. 2.11).

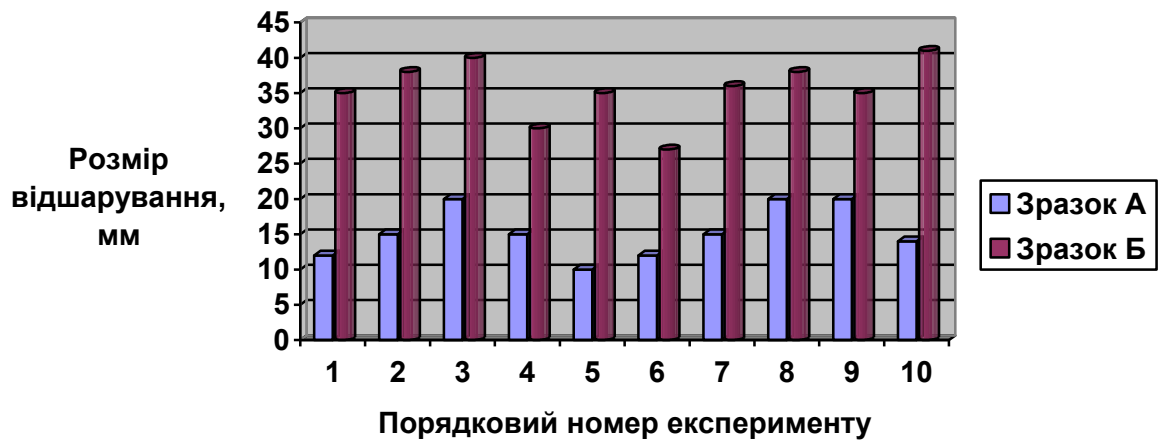


Рис. 2.11. Порівняльний аналіз випробувань на адгезію

2.5. Визначення якості видалення захисної підкладки світлоповертальної плівки

Умови вимірів. Виміри проводилися при температурі повітря $20 (\pm 5)^\circ \text{C}$, відносній вологості від 45% до 80%.

Метод визначення. Суть методу полягає у визначенні наявності надломів і розривів на зразках і зняття клею з світлоповертальної плівки при видаленні захисної підкладки.

Підготовка до виконання вимірів. Виготовлено зразки світлоповертальної плівки розміром 150x150 мм. Попереднє вимочування у воді або спеціальних розчинах не робилося.

Виконання вимірів. Було зроблено видалення захисної підкладки з усієї поверхні зразка без використання допоміжних пристроїв.

Обробка результатів вимірів. Зроблено візуальний огляд зразків світлоповертальної плівки з обох боків для виявлення надломів, розривів і ділянок з зняттям клею на світлоповертальній плівці. Також було візуально порівняно зворотну сторону плівок з метою визначення зручності для вирізання елементів рисунку знаків.

Результат експерименту показав, що у зразках А і Б не виявлено жодного надлому або розриву ділянок плівки. Порівняння зворотних сторін плівок показало відповідність вимогам ДСТУ 4100-2002 тільки зразка А (рис. 2.12) через наявність сантиметрових клітинок, що дають змогу більш точно виготовляти елементи рисунку знаків.



Рис. 2.12. Зворотна сторона плівок (зразок А - праворуч)

Висновки до розділу. Проведене експериментальне впровадження знаків з новим типом плівок дає змогу говорити про подальше впровадження сучасних матеріалів при виготовленні знаків та про внесення змін у існуючий [6] для збільшення гарантійного терміну служби знаків мінімум вдвічі.

Такий гарантійний термін дозволив би Службі автодоріг скоротити заміну дорожніх знаків у тричі, що дозволило б САД заощаджувати державні кошти у розмірі 680 тис. грн. на рік, та спланувати їх на інші потреби.

РОЗДІЛ 3

Залежність видимості дорожніх знаків від погодних умов

В умовах пересічної місцевості Донбасу дуже часто спостерігається таке явище, як налипання мокрого снігу на дорожні знаки. У цей період водії фактично втрачають можливість отримувати необхідну інформацію про зміни у русі, що підвищує вірогідність скоєння ДТП.

На сьогодні основним способом боротьби з налипанням снігу на дорожніх знаках є ручне очищування знаку від снігу за допомогою ганчірки, а частіше мітли.

Цей спосіб є неефективним з кількох причин. По-перше, такий спосіб потребує дуже тривалого часу (наприклад, тільки на автодорогах загального користування Луганської області встановлено близько 24 000 дорожніх знаків), що зменшує оперативність при ліквідації небезпечної ситуації на автодорогах. По-друге, при очищуванні знаків мітлами, на поверхні плівці з'являються мікродеформації, які у подальшому під впливом вітру та пилу зменшують експлуатаційну якість знаку.

Таке явище, як налипання снігу на дорожні знаки, обумовлено кліматичними характеристиками, які склалися у Житомирському регіоні (табл. 3.1) [11].

Таблиця 3.1

Кліматичні характеристики області

Умов. позн.	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T , год., хв.				13,	15,	16,	15,	14,	12,	10,	9,1	8,1
$t_{\text{в}}$, °C	-6,5	-6,0	-0,4	3,6	16,1	19,7	22,3	21,0	15,0	8,1	1,4	-3,3
V , м/с	6,6	7,2	6,7	6,1	5,6	4,8	4,6	4,1	4,2	5,3	6,9	6,5
B	3	3	3	3	3	3	ПС	ПС	ПС	3	3	3
C , мм	30	27	32	39	51	59	56	46	34	39	40	34
$N > 5$ мм	1,4	1,3	1,4	2,2	2,9	3,3	3,1	2,5	1,8	2,4	2,2	1,7
$N_{\text{хурт}}$	3	4	1	0,1	-	-	-	-	-	-	0,2	2
$H_{\text{с}}$, см	4	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Умовні позначення до табл. 3.1: T - середня тривалість дня на 15 число кожного місяця; t_v - середня місячна температура повітря; V - середня місячна швидкість вітру; B - переважаючий напрямок вітру; C - середня кількість опадів; $N > 5 \text{ мм}$ - число днів з опадами, що перевищують 5 мм на добу; $N_{хурт.}$ - число днів з хуртовинами; H_c - середня місячна висота снігового покриву.

Налипання снігу на знаки відбувається при проходженні зони низького атмосферного тиску, як правило, в осінньо-зимовому та весняно-зимовому періодах. Випадання снігу з великим вмістом води (до 32%) відбувається при температурі на рівні землі від -2 до $+2$ °С. Налипання снігу на знаки в переважній більшості випадків відбувається при дії вітру швидкістю від 10 до 25 м/с.

Снігові покриви, що утворюються на поверхні знаків, мають міцне зчеплення з ними і не руйнуються навіть при дії рвучких вітрів швидкістю до 35 - 40 м/с. При визначенні погонної маси налиплого снігу зазвичай приймають його щільність 0,2 г/см, однак у залежності від вмісту води щільність мокрого снігу може досягати значень 0,6 - 0,8 г/см [12].

На підставі цих даних можна отримати залежність середньої температури повітря та швидкості вітру протягом року у Житомирській області (рис. 3.1). Як видно з графіку, ідеальні сприятливі погодні умови для налипання мокрого снігу на знаки складаються у січні - березні та у листопаді - грудні.

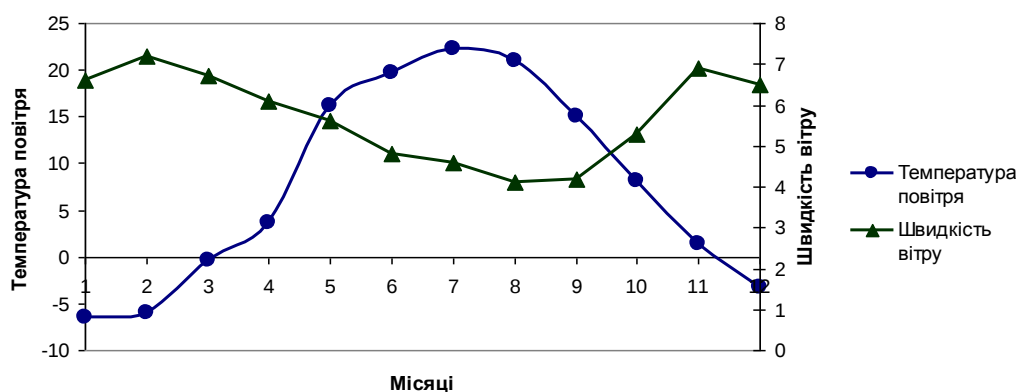


Рис. 3.1. Графік середньої температури та швидкості повітря

Щоб зрозуміти природу такого явища, як налипання снігу, слід звернути увагу на фізико-механічні процеси, що протікають у сніговому покриві. Сніговий покрив протягом всього періоду свого існування піддається впливу різних фізичних і механічних чинників, що призводять до безперервної зміни його структури, складу та об'єму. Ці фактори ще недостатньо вивчені [13]. До фізичних факторів і процесів можна віднести режеляцію, рекристалізацію, сублімацію, і геотеплові впливи. До механічних факторів належать сила тяжіння і вітер.

Режеляція (повторне змерзання) полягає в плавленні і повторному змерзанні крижаних кристалів, що утворюють сніжинки, під впливом питомого тиску. Режеляція снігу протікає з помітною інтенсивністю лише при температурі, близькій до 0°C , тобто при температурі, при якій не потрібно великого питомого тиску, щоб викликати плавлення льоду.

Рекристалізація являє собою фізичний процес, при якому атоми молекул перескакують з кристалічної решітки одного кристалу на решітку іншого кристалу і обумовлюють зрощення окремих кристалів (сніжинок).

У твердих тілах існує деяка кількість атомів і молекул, кінетична енергія яких достатня для переходу в газоподібний стан. Процес переходу речовини з твердої фази в газоподібну, минаючи рідку, називають сублімацією.

З ознакою сублімації якого-небудь твердого тіла ми зустрічаємося при відчутті його запаху в навколишньому повітрі.

Так як в сніговому покриві є велика кількість міжкристалічних пір з поверхнями кристалів дуже малого радіуса і різних напрямків кривизни, то в його товщі розподіл парціального тиску водяної пари буде дуже нерівномірним. Водяна пара, що утворилася на гострих ребрах кристаликів, стікатиме у западини і, насичуючи тут повітря, перейде у воду і замерзне. Внаслідок цього виникає процес округлення кристаликів льоду і збільшення їх обсягу, тобто відбувається так звана фірнізація снігу. Процес цей спостерігається при ізотермії і активізується при наявності температурної стратифікації. У сніговому покриві має місце значний температурний перепад, тому що його поверхня

охладжується набагато нижче нуля в порівнянні з приземним шаром. У зв'язку з цим створюється додаткова різниця парціального тиску водяної пари в сніговому покриві з градієнтом, спрямованим знизу вгору, що ще більше посилює міграцію водяної пари і фірнізацію снігу [14].

Сучасні нормативні документи, які діють на території України не регламентують технологію та матеріали для очищення знаків від бруду і пилу, а також від мокрого снігу. Із старих нормативів слід звернути увагу на Вказівки по використанню дорожніх знаків, розроблених у 1984 році спільно МВС СРСР та Мінавтодором СРСР. Пункт 21.10 Вказівок говорить, що погіршення видимості знаків відбувається через налипання снігу, забруднення їх поверхні, механічних пошкоджень. Вказівки вимагають залежно від виду бруду і матеріалу, з якого виготовлено знак, застосовувати різні очисні розчини і технології очищення.

Наприклад, для очищення від пилу і бруду застосовують мильний розчин або 1 - 2% розчин фосфату соди. Цвіль на знаках усувають 3 - 6% водним розчином хлорного вапна. Глинисті частинки видаляють пастою, що складається з води і бікарбонату соди [15]. На жаль, вказаний норматив не дає відповіді на питання боротьби з налипанням мокрого снігу.

Тому для підвищення інформативності на дорозі у ситуації, коли в умовах сильних опадів у вигляді снігу дуже проблематично оперативно та якісно виконати очищення дорожніх знаків, пропонується ще на початку осені - зимового періоду проводити обробку лицьової частини знаку цетіоланом (рідким воском) в аерозолі.

Цетіолан представляє собою ефір високомолекулярних неграничних спиртів олеїнової кислоти, що отримується шляхом етерифікації олеїнової кислоти з відповідними спиртами і подальшого відбілювання отриманого продукту.

За своїм складом рідкий віск є сумішшю розчинників, спиртів та аліфатичних вуглеводнів. При обробці, наприклад автомобільного кузова рідким воском склад глибоко проникає в усі пори і мікротріщини лакофарбового

покриття, витісняючи з них вологу і надаючи обробленій поверхні гідрофобні властивості [16].

Експериментально було проведено нанесення на дорожні знаки рідкого воску фірми K2 (Польща), який призначений для захисту металевої поверхні автомобілів від налипання бруду, пилу та мокрого снігу. Виготовлювач гарантує якісний захист протягом 4-х місяців з моменту його нанесення.

Дослідним матеріалом було оброблено 20 дорожніх знаків різної форми, які було встановлено у різних напрямках. Окремі знаки для порівняння було оброблено тільки наполовину (рис. 3.2).

Досліджувалась також витрата матеріалу на один знак. Шляхом зважування на електронних вагах було з'ясовано, що середня витрата рідкого воску на знак склала 10 грамів (за середній було взято знак 5.35.2 «Пішохідний перехід» квадратної форми, III типорозміру, розміром 900 x 900 мм).



а



б



в

Рис. 3.2. Нанесення рідкого воску на дорожні знаки

Аналіз функціонування дорожніх знаків, що досліджувалися в осінньо-зимовий період, показав безсумнівні переваги оброблених рідким воском знаків перед іншими (рис. 3.3, 3.4). Сніг на оброблені поверхні не приставав, що дає змогу говорити про перспективу подальшої роботи у цьому напрямку.

На сьогодні вартість робіт з утримання автомобільних доріг загального користування регламентується СОУ 45.2-00018112-022.2:2008 [17]. Однак навіть у цьому документі не передбачено очищення дорожніх знаків від снігу - використовується подібна група 3-27 «Очищення дорожнього знаку від пилу і бруду» (табл. 3.2). Склад робіт включає: Група 3-27 Очищення дорожніх знаків від пилу та бруду вручну - встановлення автогідропідіймача, очищення дорожніх знаків від пилу та бруду щітками та ганчір'ям, переміщення автогідропідіймача від одного знаку до іншого. Вимірник: 1 знак. Очищення від пилу та бруду: 3-27-1 інформаційно-вказівних дорожніх знаків; 3-27-2 всіх дорожніх знаків крім інформаційно-вказівних.



Рис. 3.3. Нижній знак оброблено рідким воском



Рис. 3.4. Знаки оброблено наполовину

Таблиця 3.2

Група 3-27. Норми з 1 по 2

Шифр ресурсу	Найменування ресурсу	Одиниця виміру	3-27-1	3-27-2
1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.-год.	0,8	0,10
2	Серійний розряд машин		2,0	2,0
3	Витрати труда машиніста	люд.-год.	0,73	-
	<i>Машини та механізми</i>			
203-101	Гідропідіймачі, висота підйому 12 м	маш.-год.	0,73	-

Обчислювання даних показало, що очищення від пилу і бруду одного знаку коштує 1,14 грн. Враховуючи перевезення робітників на автомобілі, його експлуатацію, різну віддаленість від бази, з якої виїжджає бригада, середня вартість B_{zn} очищення одного знаку складає:

$$B_{zn} = B_{oc} + 2,83 \times L = 1,14 + 2,83 \times 18 = 52,08 \text{ грн.},$$

де B_{oc} - вартість роботи з очищення знаку, грн.;

L - середня відстань перевезення робітника, км;

2,83 - вартість експлуатації 1 км автомобіля до 3 т, грн./км;

18 - середня віддаленість знаку від бази (за аналізом по Житомирській обл.), км.

Звісно, ця цифра дуже приблизна, тому що у розрахунках не враховано кількість знаків, які можуть бути оброблено при виїзді на таку відстань, також не враховано можливість переїзду бригади робітників з однієї дороги на другу без заїзду на базу. Однак, вважаємо, що отриману цифру можна прийняти за одиничну гіпотетичну вартість роботи.

Слід зауважити, що заощадження коштів у даній розробці передбачено не в здешевленні вартості робіт з очищення знаків від снігу, а у повній відмові від таких робіт, також безсумнівним виглядає підвищення безпеки руху через стовідсоткову видимість дорожніх знаків взимку.

За досвідом минулих років на території Житомирської області в осінньо-зимовий період доводилося виконувати роботи з очищення дорожніх знаків від снігу не менш ніж 5 - 6 разів за сезон. Тому виконавши восени одну обробку знаків рідким воском, державні кошти будуть заощаджено у тій же пропорції.

Висновки до розділу. Виконані теоретичні обґрунтування та експериментальні дослідження дають змогу говорити про:

- значну економію державних коштів на зимове утримання автомобільних доріг загального користування;
- заощадження людських та технічних ресурсів та їх перерозподіл їх на інші види робіт;
- підвищення безпеки дорожнього руху в осінньо-зимовий період шляхом надання повної інформатизації через дорожні знаки, що не засмічені снігом, всім учасникам дорожнього руху та пішоходам.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У приведеному дослідженні розглянуто експлуатаційні та матеріальні фактори, що мають вплив на якість та видимість дорожніх знаків, проаналізована залежність видимості дорожніх знаків від якості плівок та природних умов. Експериментальне впровадження знаків з новим типом плівок дає змогу говорити про подальше впровадження сучасних матеріалів при виготовленні знаків та про внесення змін у існуючий ДСТУ 4100 для збільшення гарантійного терміну служби знаків мінімум вдвічі.

Виконані теоретичні обґрунтування та експериментальні дослідження дають змогу говорити про підвищення безпеки дорожнього руху в осінньо-зимовий період шляхом надання повної інформатизації через дорожні знаки, що не засмічені снігом, всім учасникам дорожнього руху та пішоходам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пугачев И.Н. Организация и безопасность дорожного движения / И.Н. Пугачев, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. - М.: ИЦ «Академия», 2009. - 272 с.
2. World report on road traffic injury prevention / [World Health Organization]. - Geneva, 2004. - P. 16.
3. Сопільник Л.І. Розвиток теорії та засад формування нормативної бази безпеки дорожнього руху: автореф. дис....д-ра техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»/ Л.І. Сопільник. - Львів, 2002. - 27 с.
4. Дудніков О.М. Аналіз підвищення безпеки дорожнього руху на основі енергетичних характеристик транспортного потоку: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / О.М. Дудніков. – К., 2003. - 24 с.
5. История дорожных знаков: [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://ua-referat.com>.
6. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100-2002. - [Чинний від 2002-03-06] - К.: Держстандарт України, 2002. - 62 с.
7. Про забезпечення автомобільних доріг загального користування сучасними дорожніми знаками: Рішення Колегії Укравтодору від 25.06.2009 № 47 [Рішення введено в дію Наказом Державної служби автомобільних доріг [№ 322](#) від 01.07.2009]. - Офіц. вид. - К.: Укравтодор, 2009.
8. Sign retroreflectivity in spotlight // Crossroads: Wisconsin transportation information centre. - LTAP, SPRING 2008. - P. 1, 6 - 8.
9. Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования: ГОСТ 25706-83. - [Действующий с 1983-01-01]. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1983. - 31 с.
10. Линейки измерительные металлические. Технические условия: ГОСТ 427-75. - [Действующий с 1977-01-01]. - М.: Издательство стандартов, 1977. - 24 с.

11. Жданюк В.К. Довідкові матеріали. Кліматичні характеристики районів будівництва автомобільних доріг / В.К. Жданюк, В.М. Зінченко, О.О. Догадайло, О.О. Фоменко. - Х.: ХНАДУ, 2007. - 79 с.
12. Методические указания по применению устройств ограничения налипания мокрого снега на провода ВЛ 10-220 кВ. - Офиц. изд. - М.: ВНИИЭ, 1991. - 9 с.
13. Михайлов В.Н. Гидрология / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.Н. Добролюбов. - М.: Высшая школа, 2007. - 463 с.
14. Козлов Д.В. Методические указания «Основы гидрофизики» / Д.В. Козлов. - М.: МГУ природооборуд. 2007. - 48 с.
15. Указания по применению дорожных знаков. - М.: Транспорт, 1984. - 24 с.
16. Техническая энциклопедия. Том 7: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ai08.org>.
17. Автомобільні дороги і мости. Ресурсні елементні кошторисні норми на роботи з експлуатаційного утримання: СОУ 45.2-00018112-022.2:2008. - [Чинний від 2008-01-01] - К.: Укравтодор, 2008. - 34 с.