

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Розглянуто найбільш відомі методи оцінки шорсткості дорожньої поверхні, встановлено доцільність їх застосування для різних типів дорожнього покриття шляхом зіставлення й аналізу результатів вимірювання.

Ключові слова: дорожнє покриття, параметри шорсткості, піщана пляма, профілограф.

Сравнение методов оценки шероховатости поверхности дорожного покрытия

Рассмотрены наиболее известные методы оценки шероховатости дорожной поверхности, установлена целесообразность их использования для различных типов дорожного покрытия путем сопоставления и анализа результатов измерения.

Ключевые слова: дорожное покрытие, параметры шероховатости, песчаное пятно, профилограф.

Comparison of the valuation methods of road pavement roughness

Considered the best known valuation methods of road pavement roughness, found out expediency of their application for the different types of road pavement by comparison and analysis of tests results.

Key words: road pavement, parameters of roughness, sand patch, profilograph.

Постановка проблеми. Однією з основних причин виникнення дорожньо-транспортних подій (ДТП) вважаються незадовільні дорожні умови. Серед них майже половина відбувається внаслідок слизькості покриття, тобто неспроможності поверхні дороги створювати опір ковзанню коліс автомобіля. У решті випадків незалежно від основних причин виникнення ДТП стан поверхні дорожнього покриття значною мірою впливає на вірогідність виникнення різного виду аварійно небезпечних ситуацій та тяжкість їх наслідків [1 – 3].

Поліпшення зчіпних якостей дорожнього покриття розглядається як один із найбільш ефективних заходів щодо підвищення безпеки руху на дорогах, під якою розуміють їх властивість запобігати або ж зменшувати ймовірність виникнення ДТП. Якщо ж оцінювати ефективність заходів на одиницю вкладених коштів, то поліпшення зчіпних якостей дорожнього покриття посідає перше місце [4].

Аналіз досліджень і публікацій із даної проблеми. Зчіпні якості дорожніх покриттів залежать в основному від шорсткості їх поверхні – сукупності нерівностей поверхні покриття, яка утворюється мінеральними частинками верхнього шару дорожньої конструкції.

Прийнято вважати, що чим більша шорсткість покриття, тим кращий коефіцієнт зчеплення коліс автомобіля з поверхнею дороги. Ця гіпотеза є базовою для існування низки методів непрямой оцінки зчіпних якостей проїзної частини за параметрам шорсткості. Найбільшого поширення в дорожній практиці для оцінки шорсткості поверхні дорожнього покриття набули метод піщаної плями та профільний метод [5, 6].

Метод піщаної плями (the Sand Patch method) передбачає використання піску чи скляних кульок, які розрівнюються на дослідній поверхні у формі кола. Відношення об'єму матеріалу, що розрівнюється, до площі охопленої

ним зони, дає показник, який являє собою середню глибину шару піску, тобто середню глибину шорсткості покриття. Завдяки своїй простоті цей метод набув поширення в усьому світі, що відображено у низці міжнародних та вітчизняних нормативних документів [7 – 10]. У дорожній практиці відомі також варіанти цього методу, зокрема «японський метод» (the Japanese Sand Patch method), у якому для розрівнювання піску при визначенні шорсткості покриття застосовується прямокутний шаблон [11].

Профільний метод полягає у скануванні поверхні дорожнього покриття за допомогою профілографів із наступним перетворенням механічних коливань та відтворенні вертикального профілю дослідної поверхні в прямокутній системі координат у вигляді профілограм [12, 13]. На відміну від методу піщаної плями, яким вимірюється лише один параметр, профільний метод дає всебічну характеристику нерівностей поверхні дорожнього покриття, що дозволяє визначати коефіцієнт зчеплення дорожнього покриття [14].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Оскільки наведені методи оцінки шорсткості поверхні дорожнього покриття мають різну фізичну суть, то виникає питання про сумісність результатів, які отримані за допомогою кожного із цих методів окремо.

Мета даної статті – обґрунтування доцільності застосування різних методів оцінки шорсткості дорожнього покриття шляхом зіставлення й аналізу результатів вимірювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для встановлення сумісності методу піщаної плями та профільного методу проведено серію експериментальних вимірювань на двох типах покриття (поверхнева обробка й асфальтобетон) із різним терміном експлуатації.

Аналіз сумісності результатів методів оцінки шорсткості полягав у порівнянні значень середньої глибини шорсткості, яка вимірювалась за допомогою кожного із цих методів на одних і тих же місцях дорожнього покриття. Розбіжність результатів визначена за формулою

$$\Delta H = \frac{H_n - H_{nm}}{H_n} \cdot 100\% , \quad (1)$$

де H_n, H_{nm} – значення середньої глибини шорсткості, що виміряна відповідно профільним методом та методом піщаної плями.

Експериментальні вимірювання шорсткості поверхні дорожніх покриттів проводились у такій послідовності. Спочатку на дослідних ділянках за допомогою профілографа ДПП-3 [13] виконувалась зйомка профілограм згідно з рекомендаціями за методикою вимірювань, яка наведена в ДСТУ Б.В.2.3-8-2003 [9].

Значення середньої глибини шорсткості в профільному методі визначається за формулою

$$H_n = \frac{1}{n\gamma} \sum_{i=1}^n h_i , \quad (2)$$

де h_i – відстань між базовою лінією та профілем, який відображає нерівності поверхні покриття;

n – кількість вимірів значень h_i ;

γ – коефіцієнт збільшення профілю на профілограмі.

В якості базової прийнято лінію виступів, котра проводиться по вершинах виступів нерівностей профілю. У такому випадку ми маємо єдину систему відліку, тому що лінія виступів збігається з площиною, яка утворюється на поверхні покриття під час розрівнювання піску в методі

піщаної плями. Значення h_i визначалися шляхом обробки профілограм із кроком 1 мм по довжині профілю.

Після зйомки профілограм на тому ж самому місці висипався певний об'єм піску (залежно від типу покриття – 25, 50 чи 100 см³) та вимірювався середній діаметр піщаного кола, котре утворюється на покритті в результаті розрівнювання матеріалу. Значення середньої глибини шорсткості в методі піщаної плями визначається за формулою

$$H_m = \frac{V}{S}, \quad (3)$$

де V – об'єм піску, що розрівнюється на поверхні покриття;

S – площа піщаної плями, яка утворюється після розрівнювання матеріалу.

Характеристика дослідних ділянок дорожнього покриття, на котрих проводились експериментальні вимірювання, та результати оцінки шорсткості їх поверхні наведено у таблиці 1. На деяких дослідних ділянках, які не включені до табл. 1, вимірювання методом піщаної плями не виконувались унаслідок низької макрошорсткості, тобто поверхня таких покриттів має нерівності, розмір котрих є меншим від фракції часток піску. За результатами обробки профілограм значення середньої глибини шорсткості на таких ділянках складає 0,2 – 0,7 мм. Цей факт засвідчує правильність відомого твердження про те, що метод піщаної плями придатний лише для вимірювань на середньо- та крупношорстких покриттях, нерівності профілю яких більші за розмір частинок піску.

Таблиця 1 – Характеристика дослідних ділянок і результати оцінки шорсткості їх поверхні

№ з/п	Тип і стан поверхні дослідних ділянок	Значення середньої глибини шорсткості, мм		Розбіжність, %
		профільний метод	метод піщаної плями	
1	Поверхнева обробка нова	3,1	3,9	-25,8
2	Поверхнева обробка малозношена (1 рік)	1,8	2,3	-27,8
3	Поверхнева обробка зношена (2 – 3 роки)	2,0	0,7 – 1,4	30,0 – 65,0
4	Асфальтобетон піщаний новий	0,54 – 0,71	0,8	32,5 – 11,3
5	Асфальтобетон піщаний малозношений	0,51 – 0,57	0,7	27,1 – 18,6
6	Асфальтобетон дрібнозернистий зношений	0,58	0,75	22,7

Як свідчать результати дослідних вимірювань (див. табл. 1), між значеннями середньої глибини шорсткості, виміряними на одних і тих же ділянках покриття профільним методом та методом піщаної плями, існують значні розбіжності.

У профільному методі шукана величина вимірюється безпосередньо по вертикальному перерізу нерівностей поверхні покриття, які відображаються на профілограмі. Похибки, що можуть виникати під час вимірювань, у більшості випадків відсіюються шляхом статистичного аналізу вибірки значень, тому його можна вважати досить точним.

Що ж стосується методу піщаної плями, то він може мати грубі похибки, оскільки на результат впливає низка факторів, які не підлягають аналізу. Наприклад, значення середньої глибини шорсткості може змінюватись залежно від ретельності розрівнювання піску по поверхні покриття (див. значення розбіжності результатів п. 3 – 5 табл. 1). Загалом результати оцінки

шорсткості за цим методом можуть мати похибку до 20% у бік завищення за рахунок неповного заповнення нерівностей профілю по периферії піщаної плями [15].

Висновки з даного дослідження. Виходячи з аналізу результатів проведеного дослідження, можна стверджувати, що метод піщаної плями доцільно використовувати лише для приблизної оцінки шорсткості поверхні дорожнього покриття, а для більш точної оцінки слід застосовувати профільний метод, оскільки він має більшу точність та дозволяє визначати коефіцієнт зчеплення дорожнього покриття.

Література

1. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобилей / М.В. Немчинов. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
2. Павлюк Д.О. Основи і застосування теорії зчипних якостей дорожнього покриття: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01 / Д.О. Павлюк. – К., 1996. – 480 с.
3. Гончаренко Ф.П. Керування безпекою руху засобами дорожньої служби / Ф.П. Гончаренко. – К., 1999. – 280 с.
4. Порожняков В.С. Исследование сцепления автомобильных шин с поверхностью дорожных покрытий / В.С. Порожняков, Ю.В. Кузнецов, Ш. Коллер // Проектирование автомобильных дорог и безопасность движения: труды МАДИ и БТУ. – Будапешт: Изд-во БТУ, 1976. – С. 182 – 203.
5. Білятинський О.А. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг / О.А. Білятинський, В.П. Старовойда. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.
6. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника / под ред. А.П. Васильева. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.
7. ISO 10844: 1994 Specification of test tracks for the purpose of measuring noise emitted by road vehicles. – 24 p.
8. ISO 13473-1: 1997. Characterization of pavement texture by use of surface profiles. - Part 1: Determination of Mean Profile Depth. – 20 p.
9. ДСТУ Б.В.2.3-8-2003. Дорожні покриття. Методи вимірювання зчипних якостей / Держбуд України. – К., 2003. – 25 с.
10. ГСТУ 218.02070915-102-2003. Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх покриттів. Методи та засоби / Державна служба автомобільних доріг України – К., 2003. – 38 с.
11. Pavement Test Methods Hand Book «Measuring method of macrotexture Road Association of Japan». – 1993. – P. 971 – 975.
12. Ільченко В.В. Удосконалення методики оцінки параметрів шорсткості поверхні дорожніх покриттів / В.В. Ільченко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К., 2001. – Вип. 62. – С. 25 – 28.
13. Павлюк Д.О. Розроблення сучасного підходу до оцінки шорсткості поверхні дорожніх покриттів / Д.О. Павлюк, В.В. Ільченко, Т.М. Захарченко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2003. – Вип. 13. – С. 133 – 137.
14. Ільченко В.В. Удосконалення оцінки шорсткості поверхні дорожнього покриття: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.11 / В.В. Ільченко. – К., 2005. – 193 с.
15. Павлюк Д.А. Физическая сущность погрешности шероховатости покрытий методом «песчаное пятно» / Д.А. Павлюк, В.Н. Прокопчук, Е.М. Федоренко // Материалы международной научно-технической конференции «Диагностика эксплуатационного состояния автодорог, новые технологии их ремонта и содержания». – Минск, 1998. – С. 105 – 106.

© *В.В. Ильченко, О.М. Криворучко*