



RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	European Journal of Intelligent Transportation Systems
p-ISSN	2657-4217
e-ISSN	2657-4225
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ОЦІНКИ ЗЧІПНИХ ЯКОСТЕЙ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ В УКРАЇНІ
AUTHOR(S)	Рибіцький Л., Павлюк Д.
ARTICLE INFO	Leonid Rybitskyi, Dmitry Pavlyuk. (2021) Improvement of Methods and Means of Evaluating of Skid Resistance Road Surfaces in Ukraine. European Journal of Intelligent Transportation Systems. 1(3). doi: 10.31435/rsglobal_ejits/30032021/7372.
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/30032021/7372
RECEIVED	10 December 2020
ACCEPTED	26 January 2021
PUBLISHED	31 January 2021
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2021. This publication is an open access article.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ОЦІНКИ ЗЧІПНИХ ЯКОСТЕЙ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ В УКРАЇНІ

*Рибіцький Л., перший заступник директора Державного підприємства з проектування об'єктів дорожнього господарства, здобувач кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою Національного транспортного університету. м. Київ, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-5835>
Павлюк Д., д.т.н., професор, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна*

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ejits/30032021/7372

ARTICLE INFO

Received 10 December 2020
Accepted 26 January 2021
Published 31 January 2021

KEYWORDS

Road, skid resistance, roads maintenance, road accidents, road standards, testing, Universal road measuring equipment, method.

ABSTRACT

Evaluation of skid resistance of the road surface is a very important issue of roads maintenance because this indicator is one of the main transports and operational indicators of the road surface, on which road safety depends. It is known from many sources that one of the causes of road accidents (accidents) is the low value of the skid resistance of the road surface.

After analyzing the existing methods and tools for evaluating the skid resistance and the lack of those that could correspond to the accuracy of the results of current regulations, the National Transport University decided to improve the methods and tools for evaluating the skid resistance road surface in Ukraine.

The purpose of the development was to improve the methodology for evaluating the properties skid resistance of road surfaces by increasing the requirements for testing, improving the accuracy of instruments, informativeness and productivity of measuring the parameters of skid resistance qualities of road surfaces. The result of many years of work was an improved methodology, on the basis of which the regulatory documents of Ukraine were approved and the equipment was created, which allows to obtain the relevant value of the coupling qualities of road surfaces with confidence.

According to the results of experimental studies, the correlation coefficient between the readings of various modifications of the developed Universal road measuring equipment "UDVO" is from 0.955 to 0.981, and the deviation of the equipment readings from the values of skid resistance qualities determined by standard methods do not exceed 5%.

Citation: Leonid Rybitskyi, Dmitry Pavlyuk. (2021) Improvement of Methods and Means of Evaluating of Skid Resistance Road Surfaces in Ukraine. *European Journal of Intelligent Transportation Systems*. 1(3). doi: 10.31435/rsglobal_ejits/30032021/7372.

Copyright: © 2021 Leonid Rybitskyi, Dmitry Pavlyuk. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Постановка проблеми. Оцінка зчипних якостей дорожнього покриття – досить важливе питання під час експлуатації автомобільних доріг, адже даний показник є одним із основних транспортно-експлуатаційних показників дорожнього покриття, від якого залежить безпека дорожнього руху. З багатьох джерел відомо, що однією із причин дорожньо-транспортних пригод (ДТП) є низьке значення зчипних якостей дорожнього покриття.

За даними [1] “За 2020 рік в Україні трапилося 168 107 ДТП, з них 26 140 ДТП – з травмованими, у яких загинула 3 541 людина та 31 974 людини отримали травми.

Основними причинами ДТП із загиблими та/або травмованими, які були скоєні протягом 2020 року, є: перевищення безпечної та встановленої швидкості руху; порушення правил маневрування; порушення правил проїзду перехресть; порушення правил проїзду пішохідних переходів; недотримання дистанції.”

Всі перераховані вище причини безпосередньо пов'язані із зчїпними якостями дорожнього покриття через керованість автомобіля та довжину гальмівного шляху. Довжина гальмівного шляху напряду залежить від швидкості та зчїпних якостей покриття.

$$L = \frac{V_0^2}{2g\varphi}, \quad (1)$$

де L – довжина шляху гальмування до зупинки, м;
 V_0 – початкова швидкість автомобіля, м/с;
 g – прискорення вільного падіння.
 φ – коефіцієнт зчїпних якостей покриття.

При збільшенні швидкості руху коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям зменшується, що відповідно призводить до збільшення довжини гальмівного шляху та погіршення керованості автомобіля. Різке маневрування автомобіля в залежності від коефіцієнта зчеплення при малих значеннях призводить до заносу, а при великих – до нормальної керованості автомобіля.

Одна з умов безпечного руху транспорту є своєчасне виявлення та ліквідація ділянок автомобільної дороги з недостатніми зчїпними якостями поверхні дорожнього покриття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Як тільки з'явився автомобільний транспорт і автомобільні дороги люди відразу замислились над дослідженнями зчеплення шин з дорожнім покриттям. Вже на початку ХХ сторіччя за кордоном почали визначати значення коефіцієнта зчеплення для вибору найкращих типів шин у порівнянні з зчїпними властивостями різних дорожніх покриттів при невеликих швидкостях руху (до 20 км/год) [2].

Сьогодні на практиці в ЄС використовується низка вимірювальних приладів та різних методів вимірювання зчїпних якостей, які визначають:

- поздовжній коефіцієнт тертя (LFC) – ROARDK, ROAR NL, RWS NL Skid Resistance Trailer, Skidometer BV-8, SRM, TRT, SRT-3, IMAG, Grip Tester
- коефіцієнт бокової сили тертя (SFC) – SCRIM, SKM, Mu-Meter.
- поздовжній коефіцієнт тертя (LFC) портативні прилади – DFT Dynamic Friction Tester, SRT Pendulum, T2GO, VTI Portable Friction Tester (PFT).

Прилади проводять вимірювання з різними параметрами: швидкості, колісного навантаження, величини проковзування, кута встановлення, товщини плівки води. Деякі параметри мають переваги у роботі: коли колесо не повністю заблоковане або встановлене під кутом знос шин набагато менший; чим більші ємності для води тим більша максимальна відстань вимірювання; прилади з обладнанням для вимірювання макротекстури дорожнього покриття дозволяють порівнювати стан поверхні дорожнього покриття з вимірами зчїпних якостей. [3, 4, 5].

Вже майже півстоліття в Національному Транспортному Університеті науковці Андреев С.І., Заворицький В.Й., Іваниця Є.В., Кизима С.С., Лебедев О.С., Павлюк Д.О., Сиденко С.В., Рибіцький Л.Л. займаються науковими дослідженнями та розробкою різних методів за засобів оцінки зчїпних якостей дорожніх покриттів. Один із методів, на якому зупинились науковці університету, є метод визначення зчїпних якостей динамометричним приладом з вимірюванням сили при заблокованому колесі. В процесі удосконалення методу та засобу оцінки зчїпних якостей дорожнього покриття досліджувались наступні фактори, які впливають на результати вимірювань зчїпних якостей дорожнього покриття – це вплив: швидкості руху, навантаження на колесо, характеристики вимірювальної шини, характеристики вимірювальних датчиків, стійкість від заносу під час вимірювання, конструктивні особливості вимірювального засобу та інше.

Окрім вказаних науковців ще багато вчених Астров В.А., Кузнецов Ю.В., Немчинов М.В., Єлисеєв Б.М., Калінін П.К. та ін. присвятили свою діяльність вивченню та дослідженню зчеплення шин з покриттям і цим зробили вагомий внесок в розвиток науки.

Зчїпні якості забезпечують стійкість автомобіля і його керованість при наявності горизонтальної складової реакції дороги [6, 7, 8, 9]. При оцінці показника зчїпних якостей фактичне значення коефіцієнтів φ зіставляють із мінімально допустимими значеннями, після чого визначають відповідність його встановленим обмеженням [10, 11]. В умовах недостатньої величини коефіцієнта зчеплення на дорогах і вулицях України щороку трапляється досить велика кількість ДТП, в яких гинуть і дістають поранення дуже значна кількість людей.

У 1998 р. після проведеного аналізу існуючих методів і засобів оцінки зчїпних якостей і відсутність таких, що могли б відповідати за точністю отриманих результатів чинним нормативним документам, в Національному транспортному університеті було прийняте

рішення провести удосконалення методів і засобів оцінки зчпних якостей дорожніх покриттів в Україні. Результатом багаторічної праці були: аналіз існуючих засобів та методів оцінки зчпних якостей покриттів, аналіз існуючого приладу “ПКРС-2”, як засобу вимірювань зчпних якостей дорожніх покриттів [12], розроблена математична модель курсової стійкості приладу [13], обґрунтовані параметри конструкції нового приладу, створений новий засіб оцінки зчпних якостей і розроблена методика оцінки зчпних якостей поверхні дорожнього покриття, яка стала основою чинних нормативних документів України.

Виклад основного матеріалу. У 2000 р. був виготовлений перший зразок Універсального дорожнього вимірювального обладнання (далі – УДВО) УДВО-1. Метою розробки було удосконалення методики оцінки зчпних якостей дорожніх покриттів за рахунок підвищення вимог до проведення випробувань, підвищення точності приладів, інформативності та продуктивності вимірювань параметрів зчпних якостей дорожніх покриттів.

На даний час основні результати напрацювань впроваджені у нормативні документи України ДСТУ 8746 «Автомобільні дороги. Методи вимірювання зчпних властивостей поверхні дорожнього покриття», ДСТУ Б В.2.3-42 «Автомобільні дороги. Методи визначення деформаційних характеристик земляного полотна та дорожнього одягу» та втілені у 9 приладах УДВО (рис. 1). На практиці обладнання використовується для визначення модуля пружності дорожнього одягу, рівності та зчпних якостей покриття проїзної частини.

Різні модифікації УДВО обладнані однаковим комплектом вимірювальних датчиків, але по різному обладнані автоматизованими системами керування вимірювальними процесами і працюють в режимі автоматизованого або ручного управління.

Технічні характеристики УДВО:

- діапазон вимірювання міцності дорожнього одягу - від 100 до 600 МПа;
- основна відносна похибка визначення міцності дорожнього одягу - не більше 10%;
- діапазон вимірювання рівності покриття - від 0 до 500см/км;
- основна відносна похибка вимірювання рівності - не більше 10%;
- діапазон вимірювання показника зчпних якостей - від 0,1 до 1;
- основна відносна похибка вимірювання показника зчпних якостей - не більше 5%.



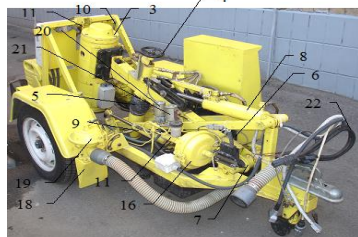
«УДВО-1»



«УДВО-2»



«УДВО-3» і «УДВО-4»



«УДВО-5».



«УДВО-6»



«УДВО-7»



«УДВО-8»



«УДВО-9»



Рис. 1. Серійний ряд універсального дорожнього вимірювального обладнання УДВО

Результати вимірювань використовуються:

- при операційному контролі для корегування технологічних процесів влаштування дорожнього одягу та покриттів автомобільних доріг;
- при приймальному контролі для оцінки якості виконання робіт по влаштуванню дорожнього одягу та покриттів;
- при експлуатаційному контролі для виявлення ділянок з недостатньою міцністю дорожнього одягу, погіршеною рівністю, недостатніми зчіпними якостями поверхні дорожнього покриття і обґрунтування ремонтних робіт.

Одночасно з причіпними установками обладнувалися пересувні лабораторії на базі мікроавтобусів (рис. 2).



Рис. 2. Пересувні лабораторії

У результаті проведеної роботи, кількісною мірою зчіпних якостей поверхні дорожнього покриття в Україні, затверджено коефіцієнт зчеплення φ шини з поверхнею дорожнього покриття [14]. Він визначається як відношення середньої за час гальмування дотичної реакції покриття $T_{\text{сеп}}$ до його нормальної реакції N , що діє на колесо під час гальмування (заблокованого колеса).

$$\varphi = T_{\text{сеп}}/N, \quad (2)$$

де

$$T_{\text{сеп}} = \int_{t_2}^{t_1} T(t)dt / (t_2 - t_1). \quad (3)$$

На рис. 3 показана залежність дотичної реакції покриття $T = T(t)$ від часу t при гальмуванні колеса.

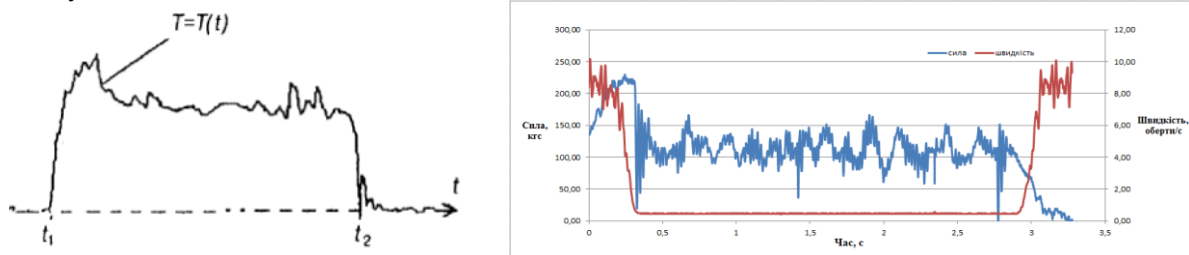


Рис. 3. Залежність дотичної реакції покриття від часу

Експериментальна частина досліджень.

Для оцінки точності вимірювань, калібрування існуючого вимірювального обладнання і приведення всіх показників до однакових значень в Україні щороку проводяться порівняльні випробування приладів (рис.4), з отриманням коригуючих коефіцієнтів приведення отриманих показників до базового приладу (середнє значення показань приладів, які мають відхилення від усереднених показань не більше 10%). Під час калібрування також проводиться перевірка всіх вимірювальних вузлів зазначеного обладнання.



Рис. 4. Порівняльні випробування приладів

Порівняльні випробування проводять при температурі повітря не нижче ніж $+5^{\circ}\text{C}$ та швидкості руху автомобіля 60 км/год. Рух вимірювального колеса повинен співпадати з траєкторією, яка знаходиться посередині смуги кочення правих коліс транспортних засобів кожної смуги руху проїзної частини. Кількість вимірювань на дослідній ділянці повинна бути не менше трьох вимірювань на 1 км, тривалість кожного вимірювання повинна складати 3 секунди, а зволоження поверхні дороги слід починати не пізніше ніж за 0,5 с до початку гальмування колеса і закінчувати не раніше закінчення його гальмування з витратою води не менше 1 л/м^2 . Під час проведення вимірювань швидкість поступального руху автомобіля-тягача не повинна відхилятися від заданої величини більше ніж на $\pm 3 \text{ км/год}$.

Вашій увазі хочу представити результати одного з таких порівняльних випробувань приладів УДВО. Таблиця 1., (рис. 5.)

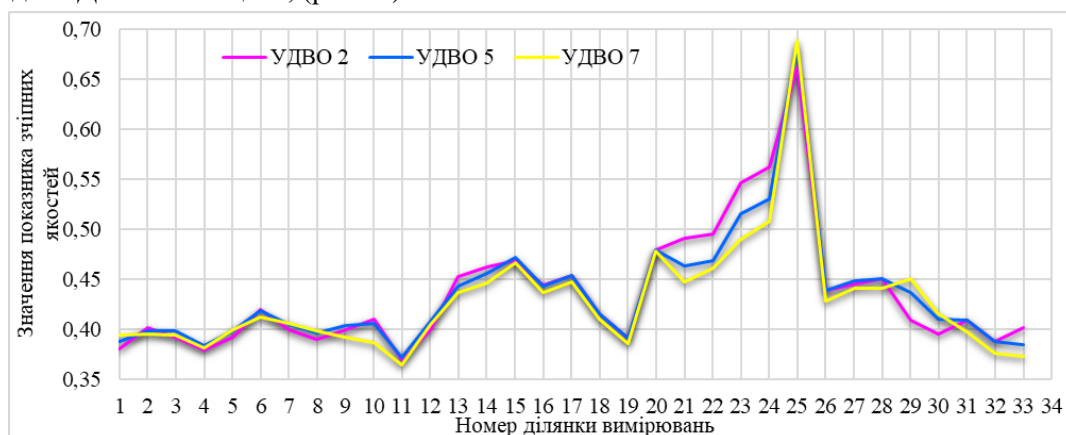


Рис. 5. Порівняльні випробування приладів УДВО-2, УДВО-5, УДВО-7

Таблиця 1. Результати порівняльних випробувань приладів УДВО-2, УДВО-5, УДВО-7

№	Тип покриття	Зчеплення ϕ						Середнє значення	Найбільше відхилення
		УДВО -2	Δ	УДВО-5	Δ	УДВО-7	Δ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ЩМА*	0,380	0,008	0,390	-0,002	0,394	-0,006	0,388	0,008
2	ЩМА*	0,402	-0,003	0,400	-0,001	0,395	0,004	0,399	0,004
3	ЩМА*	0,392	0,007	0,410	-0,011	0,394	0,005	0,399	0,011
4	ЩМА*	0,380	0,004	0,390	-0,006	0,382	0,002	0,384	0,006
5	ЩМА*	0,392	0,007	0,405	-0,006	0,400	-0,001	0,399	0,007
6	ЩМА*	0,420	-0,001	0,425	-0,006	0,413	0,006	0,419	0,006
7	ЩМА*	0,400	0,005	0,409	-0,004	0,406	-0,001	0,405	0,005
8	ЩМА*	0,390	0,006	0,400	-0,004	0,399	-0,003	0,396	0,006
9	ЩМА*	0,400	0,004	0,420	-0,016	0,392	0,012	0,404	0,016
10	ЩМА*	0,410	-0,004	0,420	-0,014	0,387	0,019	0,406	0,019
11	ЩМА*	0,370	0,002	0,380	-0,008	0,365	0,007	0,372	0,008
12	ЩМА*	0,400	0,008	0,420	-0,012	0,405	0,003	0,408	0,012
13	А*	0,453	-0,010	0,440	0,003	0,437	0,006	0,443	0,010
14	А*	0,462	-0,006	0,460	-0,004	0,447	0,009	0,456	0,009
15	А*	0,469	0,003	0,480	-0,008	0,467	0,005	0,472	0,008
16	А*	0,444	0,000	0,450	-0,006	0,437	0,007	0,444	0,007
17	А*	0,454	0,000	0,460	-0,006	0,448	0,006	0,454	0,006
18	А*	0,416	0,000	0,422	-0,006	0,410	0,006	0,416	0,006
19	А*	0,391	0,000	0,396	-0,005	0,386	0,005	0,391	0,005
20	А*	0,479	0,000	0,480	-0,001	0,478	0,001	0,479	0,001
21	А*	0,491	-0,028	0,450	0,013	0,448	0,015	0,463	0,028
22	А*	0,495	-0,026	0,450	0,019	0,461	0,008	0,469	0,026
23	А*	0,546	-0,031	0,510	0,005	0,490	0,025	0,515	0,031
24	Ц,б	0,562	-0,032	0,520	0,010	0,508	0,022	0,530	0,032
25	сларі-сіл	0,662	0,020	0,694	-0,012	0,689	-0,007	0,682	0,020
26	сларі-сіл	0,439	0,000	0,450	-0,011	0,428	0,011	0,439	0,011
27	сларі-сіл	0,445	0,004	0,460	-0,011	0,441	0,008	0,449	0,011
28	сларі-сіл	0,451	0,000	0,460	-0,009	0,441	0,010	0,451	0,010

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
29	сларі-сіл	0,409	0,028	0,450	-0,013	0,451	-0,014	0,437	0,028
30	сларі-сіл	0,395	0,015	0,420	-0,010	0,416	-0,006	0,410	0,015
31	сларі-сіл	0,409	0,000	0,420	-0,011	0,398	0,011	0,409	0,011
32	сларі-сіл	0,388	0,000	0,400	-0,012	0,376	0,012	0,388	0,012
33	сларі-сіл	0,402	-0,017	0,380	0,005	0,373	0,012	0,385	0,017
max Δ			0,028		0,019		0,025		
min Δ			-0,032		-0,016		-0,014		

Примітка: * ЩМА – щєбєнево-мастиковий асфальтобетон; А – асфальтобетон; Ц.б – цементобетонне покриття з поверхневою обробкою;

** УДВО-2 – не обладнане автоматизованою системою керування вимірювальними процесами гальмування вимірювального колеса і подачею води. Вимірювання проводилися у напівавтоматичному режимі.

В результаті порівняльних випробувань були визначені коефіцієнти А і В кореляційної залежності (рис.6) виду

$$\varphi = AX + B$$

де Х – усереднені показання трьох приладів наведені в колонка 9 табл. 1.

За результатами експериментальних досліджень коефіцієнт кореляції між показаннями різних модифікацій „УДВО” складає від 0,955 до 0,981, а відхилення показань обладнання від значень зчпних якостей, визначених за стандартною методикою, не перевищують 5 %.

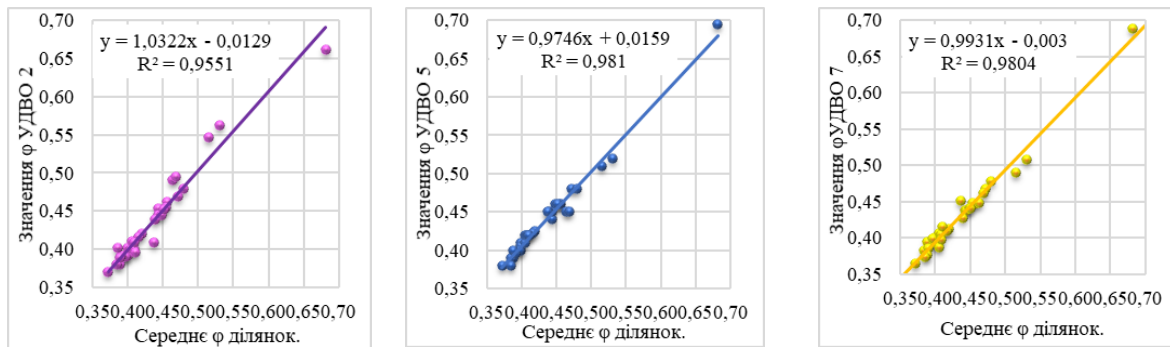


Рис. 6. Графіки результатів підбору коефіцієнтів кореляційної залежності

Також був проведений більш детальний аналіз вимірювань на окремих точках з різним значенням коефіцієнта зчєплення при однакових умовах визначення приладом УДВО з додатково встановленими датчиками кутових швидкостей та сили дотичної реакції покриття в режимі постійного запису даних, який наведено на рис. 7.

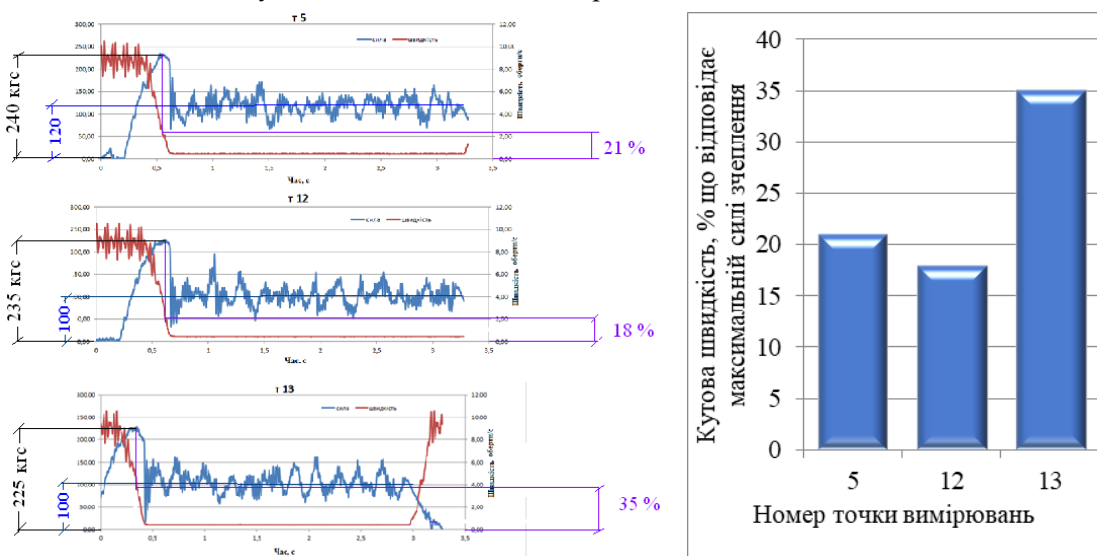


Рис. 7. Детальний аналіз вимірювань.

Між коефіцієнтом тертя спокою та коефіцієнтом тертя ковзання кореляційна залежність дуже слабка. Їх слід розглядати як два незалежні показники, що характеризують зчпні якості

дорожнього покриття. Величина кутової швидкості, що відповідає максимальній силі зчеплення, не є сталою величиною (рис. 7), що дозволяє зробити припущення про помилковість підходу до вимірювання коефіцієнта зчеплення в режимі сталого проковзування колеса, яке, як правило, приймають рівним 0,17-0,20.

Висновки. Факти статистичних даних свідчать про актуальність та необхідність проведення постійної оцінки зчепних якостей на автомобільних дорогах з твердим покриттям як України, так, і всього світу. Значна роль зчепних якостей поверхні дорожнього покриття в забезпеченні безпечних умов руху, обумовлює необхідність проведення всіма структурами, причетними до ремонту та утримання доріг, систематичного інструментального контролю та оцінки цих властивостей поверхні дорожнього покриття протягом усього періоду служби дороги. Для цього на практиці необхідно використовувати методи та засоби оцінки зчепних якостей, які дозволяють достовірно і своєчасно оцінити стан дорожнього покриття.

Своєчасне виявлення небезпечних ділянок (на яких коефіцієнт зчеплення менший від допустимого) і проведення робіт з покращення зчепних якостей дорожнього покриття дозволить зберегти не одне життя.

Аналіз відомих методів та засобів оцінки зчепних якостей ЄС свідчать про відсутність єдиної методики отримання достовірних результатів і необхідності приведення показників різних приладів до умовного, усередненого показника зчепних якостей.

У результаті виконання роботи з удосконалення методів і засобів оцінки зчепних якостей дорожніх покриттів в Україні удосконалена методика, на основі якої затверджені нормативні документи та створене обладнання, що дозволяє з довірою ймовірністю отримувати релевантне значення зчепних якостей дорожніх покриттів.

Доведено принципову можливість вимірювання двох показників - коефіцієнта тертя спокою та коефіцієнта тертя ковзання за допомогою вузла вимірювання зчеплення УДВО.

Для більш детального вивчення кореляційної залежності коефіцієнту тертя спокою з коефіцієнтом тертя ковзання і величини кутової швидкості, що відповідає максимальній силі зчеплення в режимі проковзування колеса, необхідно провести додаткові дослідження.

Проведені дослідження та розроблені методи і засоби оцінки зчепних якостей завдяки можливості отримання достовірних результатів, дозволяють отримати високий економічний ефект через своєчасне виявлення ділянок автомобільних доріг із недостатніми зчепними якостями і можливості упередження ДТП із загиблими та/або травмованими.

ЛІТЕРАТУРА

1. Офіційні дані. Міністерства внутрішніх справ України. Retrieved from <https://www.facebook.com/mvs.gov.ua/posts/3647961878623810>
2. Леру М. Сцепление колеса автомобиля с дорогой и безопасность движения. -М.: Автотрансиздат, 1959. - 158с.
3. T. Andriejuskasa, V. Vorobjovasa, V. Mielonasb. Evaluation of skid resistance characteristics and measurement methods. The 9th International Conference "Environmental Engineering". 22-23 May 2014, Vilnius, Lithuania.
4. Descornet, G.; Schmidt, B.; Boulet, M.; Gothie, M.; Do, M-T.; Fafie, J.; Alonso, M.; Roe, P.; Forest, R.; Viner, H. 2006. Harmonization of European Routine and research Measuring Equipment for Skid Resistance. HERMES final report. 161 p.
5. Do, M-T.; Roe, P. 2008. Report on state-of-the-art of test methods. TYROSAFE project deliverable D04, 89 p.
6. Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учеб. для ВУЗов; / Васильев А.П., Сиденко В.М. // Под ред. А.П. Васильева. -М.: Транспорт, 1990. - 304с.
7. Васильев А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / А.П. Васильев, В.И. Баловнев, М.Б. Корсунский и др./ Под ред. А.П. Васильева. -М.: Транспорт, 1989. - 287с.
8. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобиля. - М.: Транспорт, 1985. - 231с.
9. Рыбицкий Л.Л. Некоторые аспекты совершенствования оценки сцепных качеств дорожных покрытий/ Павлюк Д.О., Ильченко В.В., Рыбицкий Л.Л. // Сб. науч. трудов. Научно-технические проблемы дорожной отрасли стран СНГ. -М.: 2000. - С.193-195.
10. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України. П-Г.1-218-113-97. - К.: УКРАВТОДОР, 1997. - 183с.
11. ДСТУ 3587-97 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану. - К.: Держстандарт України, 1997. - 20с.
12. Рыбицкий Л.Л. Досвід виробничої експлуатації автомобільної причіпної установки ПКРС-2У та поштовхоміра "ВСВП-УТУ" / Павлюк Д.О., Андреев С.І., Рыбицкий Л.Л. // Автошляховик України. -2004. - №2. - С.25-27.
13. Рыбицкий Л.Л. Дослідження курсової стійкості "УДВО" на основі математичної моделі та експериментальних випробувань / Зб. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. -Київ: 2004. - Вип. 72. - С.154-161.
14. ДСТУ 8746:2017 «Автомобільні дороги. Методи вимірювання зчепних властивостей поверхні дорожнього покриття».