

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-369-373

УДК 625.7/8:625.096

Смірнова Н.В., Арінушкіна Н. С., Грищенко Т. М.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет**(вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61000, Україна;**orcid.org/0000-0001-8458-1954, orcid.org/0000-0002-7843-0014, orcid.org/0000-0001-5490-3289)*

НОВІ ВИМОГИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНОСТІ ТА ЗЧІПНИХ ЯКОСТЕЙ ПОКРИТТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ РУХУ АВТОМОБІЛІВ

У зв'язку з збільшенням кількості та тяжкості дорожньо-транспортних пригод, в сучасних умовах руху автомобілів, розглянуті методи поліпшення транспортно-експлуатаційного стану дорожніх покриттів автомобільних доріг. Наведені основні недоліки стану покриттів на дорогах різного значення, а також в визначенні нормативних значень рівності покриття та зчипних якостей на автомобільних дорогах. Запропоновано удосконалити нормативні значення рівності проїзної частини та коефіцієнта зчеплення колеса з покриттям при будівництві та експлуатації доріг.

Ключові слова: безпека руху, рівність покриття, зчипні якості, дорожнє покриття.

Вступ. Проблема забезпечення безпеки руху на автомобільних дорогах привертає велику увагу в усіх країнах світу у зв'язку зі значними жертвами та матеріальними втратами в результаті дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Щодня в світі на дорогах 140 тис. чоловік стають жертвами дорожньо-транспортних пригод, з яких понад 3 тис. гинуть, близько 15 тис. стають інвалідами на все життя. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щорічно на дорогах світу гине більше 1,2 млн. чоловік і близько 50 млн. отримують тяжкі ушкодження.

Актуальність проблеми підтверджується даними порівняльного аналізу ДТП в деяких країнах Європи та в Україні.

Кількість загиблих у ДТП в 2016 році у деяких країнах Європи становило: в Україні – 3410 чол., в Німеччині – 3206 чол., у Франції – 3477, в Італії – 3283 чол., в Іспанії – 1810 чол., у Польщі – 3026 чол.; загинуло на 1 млн. осіб в Україні - 81,2 чол., в Німеччині – 38,8 чол., у Франції – 52,0 чол., в Італії – 54,2 чол., в Іспанії – 39,0 чол., у Польщі - 79,7 чол.; загинуло на 1 млн. авто в Україні – 494,2 чол., в Німеччині – 70,0 чол., у Франції – 80,8 чол., в Італії – 86,8 чол., в Іспанії – 79,0 чол., у Польщі – 140,0 чол.

У порівнянні з державами близькими за кількістю населення з Україною, в Німеччині та Іспанії на 1 млн. осіб гине вдвічі менше людей, ніж в Україні.

В країнах Європи на тисячу осіб зареєстровано 500 автомобілів, а в Україні – 202 автомобілі, тобто у 2,5 рази менше, таким чином при нижчому рівні автомобілізації показник смертності у ДТП на 1 млн. машин у 5 разів вищий, ніж у країнах Європи.

В Україні кількість жертв дорожнього руху рік від року зростає (за 2017 рік вона збільшилася на 1 %), а в Євросоюзі за 2017 рік смертність від ДТП знизилася на 9 %.

Вплив дорожніх умов на безпеку руху. Дорожні умови значно впливають на зчипні якості покриття автомобільних доріг, а також на режим і безпеку руху як окремих автомобілів, так і всього потоку транспортних засобів в цілому.

Продуктивність автомобілів, собівартість перевезень, збереження вантажів, комфортні умови, безпека для людей значною мірою залежать від транспортно-експлуатаційного стану дорожніх покриттів. Основними показниками, що характеризують транспортно-експлуатаційні якості проїзної частини, є рівність, шорсткість, зчипні якості дорожніх покриттів (істотний вплив на величину коефіцієнта зчеплення мають швидкість руху транспортного засобу, стан протекторів шин, нерівності дороги, тиск і температура в шинах і т. д.). Ці показники піддаються найбільшим змінам в процесі експлуатації дороги. В результаті проїзду автомобілів на

покриттях поступово з'являються наростаючі деформації, їх поверхня стає нерівною, більш слизькою, що позначається на швидкості і безпеці дорожнього руху. З числа дорожніх, найбільш розповсюдженими причинами ДТП, є слизькість та недостатня рівність [1]. При цьому, чим вище категорія дороги, тим вище швидкість руху і частіше ці причини проявляються. Питома вага основних недоліків доріг приведена в табл. 1.

Нормативні вимоги до зчипних якостей проїзної частини необхідно розглядати в двох аспектах. Перший аспект полягає у вимозі до зчипних якостей як по довжині, так і по ширині проїзної частини. Другий аспект полягає у вимозі до абсолютної величини коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з поверхнею проїзної частини в залежності від технічної категорії дороги та розрахункової швидкості руху.

Таблиця 1 - Питома вага основних недоліків стану покриттів доріг, %

Показники	Значення доріг				В середньому по дорогах
	Міжнародні, національні	Регіональні	Територіальні	Обласні, районні	
Слизькість покриття	65,3	50,7	48,2	35,9	45,0
Нерівність покриття	6,9	16,9	18,8	26,2	20,5
Інші недоліки	27,8	32,4	33,0	37,9	34,5

Аналіз ДТП показує, що деякі з них відбуваються через відмінності зчипних якостей покриттів по ширині проїзної частини. При різкому гальмуванні, коли під правим та лівим колесами автомобіля поверхня проїзної частини має різні коефіцієнти зчеплення, створюється різна сила гальмування, за рахунок якої виникає момент обертання, в результаті автомобіль розвертається навкруги своєї вертикальної осі. Чим вище швидкість руху автомобіля і більше різниця коефіцієнта зчеплення, тим більший момент обертання виникає та більш небезпечними будуть

наслідки гальмування. Ця обставина висуває завдання розробки вимог в нормативних документах до призначення не лише абсолютних значень коефіцієнта зчеплення, але і до меж його допустимих коливань. Різниця коефіцієнтів зчеплення, що допускається, залежить насамперед від початкових швидкостей гальмування і повинна призначатися за умови запобігання занесенням та перекиданням при різких гальмуваннях [2, 3].

На підвищення безпеки руху на автомобільних дорогах позитивний вплив може мати впровадження методики оцінки зчипних якостей покриттів з урахуванням їх неоднорідності по поверхні проїзної частини [4]. Вона включає чотири критерія: коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям, різницю між мінімальним і максимальним значенням коефіцієнта зчеплення по ширині проїзної частини, шорсткість поверхні проїзної частини та рівність покриття.

Нормування коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з покриттям в Україні здійснюється залежно від умов руху на зволоженої поверхні покриття, які підрозділяються на легкі умови руху, ускладнені умови руху і небезпечні умови руху [5]. Мінімальне значення коефіцієнта зчеплення для легких умов руху – 0,3, для ускладнених – 0,35, для небезпечних умов – 0,45.

Більш об'єктивно нормувати коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з покриттям залежно від швидкості руху транспорту запропоновано в роботі [6]. У ній рекомендується при швидкості руху до 90 км/год. коефіцієнт зчеплення приймати $\varphi \geq 0,35$; при швидкості руху до 100 км/год. – $\varphi \geq 0,4$; при швидкості руху до 120 км/год. – $\varphi \geq 0,6$; при швидкості руху до 150 км/год. – $\varphi \geq 0,65$.

При цьому зниження коефіцієнта зчеплення зі збільшенням швидкості не повинно перевищувати 0,05 на основній довжині автомобільної дороги і 0,10 на ділянках зі складними умовами руху.

Коефіцієнти зчеплення в процесі експлуатації автомобільної дороги (включаючи покриття зупинкових смуг) повинні бути $\varphi \geq 0,4$ при вимірюванні на

швидкості $V = 60$ км/год і мокрому покритті. Незалежно від числа смуг руху і середніх швидкостей транспортних потоків зчепні якості покриття в поперечному профілі повинні бути однаковими [7].

Різниця коефіцієнтів зчеплення не повинна перевищувати (0,05-0,10) в межах проїзної частини і (0,10-0,15) на крайових укріплених смугах в порівнянні з проїзною частиною. Зчепні якості покриттів в основному визначаються шорсткістю, яка повинна забезпечувати високі коефіцієнти зчеплення (ϕ) протягом усього терміну служби покриття, швидке стікання води з проїзної частини, мінімальні зміни коефіцієнта зчеплення за минулі сезони року, по ширині проїзної частини, найменше зношення протектора шин і оптимальний рівень шуму. Цьому комплексу вимог найбільшою мірою задовольняють покриття, поверхня яких має середню висоту виступів $\geq 1,5$ мм.

У зарубіжній практиці відновлення шорсткого шару зносу здійснюють, якщо коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з покриттям, визначений при швидкості 60 км/год., знизився на покритті яке знаходиться в експлуатації до 0,4 [8]. В Україні в нормативних документах вимоги до рівності зчепних якостей покриттів не підвищуються, а спостерігається їх зниження [5]. У роботі [9] відносно небезпеку ділянок дороги з різними коефіцієнтами зчеплення рекомендується оцінювати наступними значеннями коефіцієнтів аварійності (табл. 2).

Таблиця 2 - Питома вага основних недоліків стану покриттів доріг, %

Назва показника	Значення коефіцієнтів				
Коефіцієнт зчеплення	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
Коефіцієнт аварійності	8	3	2	1,5	0,5

Виходячи з вище викладеного пропонується нормувати зчепні якості покриттів проїзної частини, залежно від технічної категорії дороги та типу покриття (табл. 3).

Проблема рівномірного забезпечення рівності та зчепних якостей на поверхні дорожніх покриттів, як по довжині,

так і по ширині проїзної частини дуже актуальна. Проте така оцінка в даний час не виконується.

Таблиця 3 - Типи покриттів та коефіцієнт зчеплення залежно від технічної категорії дороги

Тип покриттів	Категорія дороги	Рівень шорсткості	Мінімальний коефіцієнт зчеплення
Цементобетон гладкий, щільний асфальтобетон типу Д	V	Шорстке	0,35
Цементобетон, щільний асфальтобетон типів В, Г	IV	Злегка шорстке	0,40
Цементобетон з штучною шорсткістю, щільний асфальтобетон типів А, Б, В, Г, щільний дрібнозернистий асфальтобетон, ЛЕМС, ЩМА-10	III	Шорстке	0,45 - 0,50
Цементобетон з шорстким шаром, крупнозернистий асфальтобетон типів А, Б, ЩМА-15, поверхневі обробки	II	Дуже шорстке	0,60
Цементобетон з шорстким шаром, ЩМА-20, поверхневі обробки	Ia, Ib	Надзвичайно шорстке	0,65

Через наявність нерівностей, рух супроводжується ударами коліс, отже, втраченою енергією автомобіля, яка пропорційна кількості нерівностей. На нерівних ділянках дорожні пригоди пов'язані із зіткненнями при переїздах автомобілів на смугу зустрічного руху, при об'їзді нерівностей на своїй смузі, а також через збільшення амплітуд впливу причепів багатоланкових автопотягів і т. д.

У виникненні заносів на кривих значну роль відіграють також коливання автомобілів при русі по нерівних покриттях, під час яких змінюється навантаження від коліс на покриття. Під час зменшення навантаження поперечна сила може перевищити утримуючу силу зчеплення шин з покриттям, і виникає занесення. Для вимірювання рівності використовуються триметрові рейки, нівеліри, поштовхоміри різних конструкцій, або ПКРС. Триметрові рейки та нівеліри використовуються,

як правило, при прийманні-здаванні робіт при будівництві, реконструкції або виконанні ремонтних робіт. Контроль рівності доріг які знаходяться в експлуатації здійснюється, як правило, поштовхомірами різних конструкцій або ПКРС. Вимірювання рівності покриття з використанням ПКРС виконують по правій смузі нахату в прямому та зворотньому напрямках. Система показників експлуатаційного стану доріг, що діє зараз, була розроблена в 60-і роки, тому виникла необхідність у аналізі існуючих методів. За кордоном рівність покриттів характеризують міжнародним показником рівності – IRI (International Road Index), який визначають за допомогою спеціальної програми, що моделює рух «золотого» автомобіля за вимірюваним профілем.

Аналіз вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, а також нормативних документів показав, що оцінка рівності покриття базується на застарілих принципах, що полягають в оцінці її по смугах нахату. Така оцінка не є достатньою, оскільки автомобілі здійснюють маневри, переходячи із смуг нахату в ті зони, де оцінка покриття по рівності не виконувалася. Для об'єктивної оцінки якості покриття по рівності необхідно впровадити рекомендації, викладені в [10].

Сучасні технології, матеріали і машини що використовуються при будівництві, реконструкції та ремонті автомобільних доріг дозволяють досягти високої якості дорожніх покриттів, яка зберігається тривалий час. Аналізуючи результати застосування сучасних технологій будівництва та ремонту асфальтобетонних покриттів можна констатувати, що вони відрізняються не лише своєю рівністю, але і тривалою відсутністю будь якого іншого пошкодження по всій площі. Рівність таких покриттів, виміряна поштовхоміром ТХК складає 19 см/км - 16 см/км [11]. Враховуючи це, пропонується змінити нормативні вимоги до рівності проїзної частини як при будівництві доріг, так і при їх експлуатації (табл. 4) [12].

Таблиця 4 - Запропонована нерівність поверхні покриттів

Матеріал покриття	Показник поштовхоміра, см/км залежно від категорії дороги		
	Ia, Ib	II	III
Асфальтобетон, цементобетон	25/70	30/80	35/85
Поверхнева обробка	30/75	35/85	40/90

Примітки: 1. У чисельнику рівність за поштовхоміром, см/км, при прийманні асфальтобетонних покриттів в експлуатацію.

2. У знаменнику рівність за поштовхоміром, см/км доріг що знаходяться в експлуатації.

Висновки. Роль дорожніх умов в забезпеченні безпеки руху та значення їх вдосконалення, на сучасному етапі ще в належній мірі недооцінюються. Вони можуть бути повністю виявлені тільки на основі широких наукових досліджень аналізу причин ДТП та вивченню режимів руху автомобілів в різних дорожніх умовах.

Для вирішення проблеми підвищення безпеки руху на автомобільних дорогах необхідно змінити нормативні вимоги показників по рівності та зчипним якостям при прийманні доріг в експлуатацію та доріг що знаходяться в експлуатації. На сучасному етапі така можливість існує у зв'язку із застосуванням найбільш сучасних технологій, матеріалів та машин.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Васильев А. П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. М.: Транспорт, 1976. 229 с.
2. Стороженко М. С., Кияшко И. В., Смолянюк Р. В. Совершенствование методов оценки показателей ровности и сцепных качеств дорожных покрытий. *Автошляховик України*. 2003. № 5. С. 33-36.
3. Стороженко М. С., Кияшко И. В., Смолянюк Р. В. Проблема оценки сцепных качеств дорожных покрытий, находящихся в эксплуатации. *Автошляховик України*. 2004. № 6. С. 39-42.
4. Рекомендації щодо оцінки зчипних якостей дорожніх покриттів з урахуванням неоднорідності по площі проїзної

- частини. Рв.2.3.-218-02071168-386-2004. Харків – Київ, 2004. 15 с.
5. ДСТУ 3587-97. Автомобильные дороги, улицы и железнодорожные переезды. Требования к эксплуатационному содержанию. К., 1997. 20 с.
 6. Сербенко А., Жилин С., Кочетков А., Крафт В. О применении государственного стандарта при устройстве шероховатых поверхностных обработок автомобильных дорог. *Автомобильные дороги*. 2003. № 11. С. 22-25.
 7. Евтюков С.А. Влияние факторов на сцепные качества покрытий автомобильных дорог. *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 3.
 8. Справочник по безопасности дорожного движения. / Под ред. Сильянова В. В., Осло – Москва – Хельсинки, 2006. 754 с.
 9. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М.: Транспорт. 1993. 271 с.
 10. Рекомендації щодо оцінки рівності дорожніх покриттів у відповідності з міжнародним індексом рівності IRI. Р. В.2.3-218-021271168-386-2004. Харків – Київ, 2004. 38 с.
 11. Перевалов В. П., Костельов М. П. Технологическое обеспечение высокого качества дорожных объектов ЗАО «ВАД»: Каталог-справочник «дорожная техника», 2005.
 12. ДБН В. 2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина 1. Проектування. Частина 2. Будівництво. К.: Мінрегіонбуд України, 2015. 91 с.

Смирнова Н.В., Аринушкина Н.С., Грищенко Т.М. НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РОВНОСТИ И СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ ПОКРЫТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ. В связи с увеличением количества и тяжести дорожно-транспортных происшествий, в современных условиях движения автомобилей, рассмотрены методы улучшения транспортно-эксплуатационного состояния дорожных покрытий автомобильных дорог. Указаны главные недостатки состояния покрытий на дорогах разного значения, а также в определении нормативных значений ровности покрытия и сцепных качеств на автомобильных дорогах. Предложено усовершенствовать нормативные значения ровности проезжей части и коэффициента сцепления колеса с покрытием при строительстве и эксплуатации дорог.

Ключевые слова. безопасность движения, ровность покрытия, сцепные качества, дорожное покрытие.

Smirnova N., Arinushkina N., Grishchenko T. THE TRAFFIC SAFETY ENHANCEMENT BASED ON IMPROVED REQUIREMENTS FOR ROAD CONDITIONS. Due to the increase of the number and severity of road traffic accidents in modern conditions of car traffic the methods of improving the transport and operational condition of road pavements are considered. The main disadvantages of the road pavements condition of different importance as well as in determining the standard values of the road surface roughness and traction qualities on the roads are indicated. It is proposed to improve the standard values of the pavement roughness and the friction coefficient of the wheel with the road surface during the construction and maintenance of roads.

Key words: Road traffic safety, roughness, friction qualities, pavement.