

## **АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА СПОРУДИ**

---

УДК 625.8

Губа В.В., к.т.н.

АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

### **ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЗЧІПНІ ЯКОСТІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ**

*Після введення дороги в експлуатацію на неї діє багато різних факторів, які зменшують нормативні характеристики доріг. В першу чергу дорожні покриття піддаються впливу від дії коліс різних типів транспортних засобів. За останні 10 років кількість та різновид транспортних засобів на дорогах України збільшилась до 65% і продовжує збільшуватись. Збільшення інтенсивності руху дає можливість досліджувати технологічні фактори, які впливають на зчипні якості дорожніх покриттів*

#### **Вступ**

Швидкість, яку може розвинути автомобіль на дорозі, залежить від умови взаємодії шин колеса автомобіля з поверхнею покриття. Зчипні якості покриття визначають після будівництва під час приймання дороги в експлуатацію, або під час робіт з капітального та середнього ремонту. У процесі експлуатації дороги проводять систематичний контроль рівності та зчипних якостей покриття. Періоди перевірки встановлюють з урахуванням нормативної документації на ремонт і утримання дорожніх одягів і дорожніх покриттів. Перевірку зчипних властивостей виконують різними методами і приладами, в основу яких покладено вимір коефіцієнту зчеплення.

#### **Мета статті**

Оскільки головним параметром при оцінці транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги є стан дорожнього покриття, необхідно встановлювати зчипні якості доріг. Недостатнє зчеплення протектора шини колеса з покриттям є головною причиною різних дорожньо-транспортних подій з важкими наслідками. Метою роботи є визначення та встановлення факторів, які впливають на зчипні якості дорожнього покриття, підвищення експлуатаційних якостей поверхні дороги з урахуванням коефіцієнту зчеплення.

#### **Аналіз публікацій**

Коефіцієнт зчеплення шини колеса автомобіля з дорожнім покриттям визначає максимальне значення сил, що виникають у площині контакту шини з поверхнею дороги. Він є змінною величиною і залежить від: стану і типу покриття; температури навколишнього середовища; режиму руху і гальмування; бічних сил, які діють на колесо автомобіля; малюнка протектора і тиску повітря в шині; геометричних елементів поздовжнього і поперечного профілю проїзної частини дороги. Зчипні якості також можна оцінювати за параметрами шорсткості дорожнього покриття. Ці параметри характеризують структуру нерівностей, які утворюються на поверхні покриття виступаючими частинками кам'яного матеріалу. Параметри шорсткості служать вихідними даними для визначення коефіцієнту зчеплення [1, 2, 3]. Дослідженнями була встановлена значна різниця значень коефіцієнту зчеплення по ширині проїзної частини дороги. Поява великої кількості різних транспортних засобів викликає забруднення та замаслення смуг руху та накату. Це негативно впливає на зчеплення коліс автомобіля із дорожнім покриттям і на можливість екстреного гальмування. За різких змін режиму

руху відбувається відрив колеса автомобіля від поверхні дороги, в наслідок чого погіршується реалізація коефіцієнта зчеплення. Автомобіль виїжджає на зустрічну смугу, і у таких випадках збільшується вірогідність зіткнення із зустрічним автомобілем [4].

### Основна частина

При визначенні транспортно-експлуатаційних властивостей автомобільних доріг важливим параметром є стан дорожнього покриття, що характеризується його зчипними якостями. В процесі експлуатації автодороги поверхня покриття піддається впливу коліс транспорту, що рухається по автомобільних дорогах. Коефіцієнт зчеплення вимірюють на кожній смузі руху при різних станах покриття і температурі повітря. Роблять не менш трьох вимірів.

Відбувається інтенсивний знос покриття по всій ширині проїзної частини й у межах смуги нахату. Простір між смугами нахату поступово забруднюється, замаслюється, також на руйнування впливають екологічні фактори. Ступінь руйнування зносу і замаслювання залежить від терміну служби дорожнього покриття, від складу, а також від інтенсивності руху транспортних засобів і місця розташування дороги. На рисунку 1 показане зниження коефіцієнта зчеплення протягом перших 2-х років експлуатації дороги.

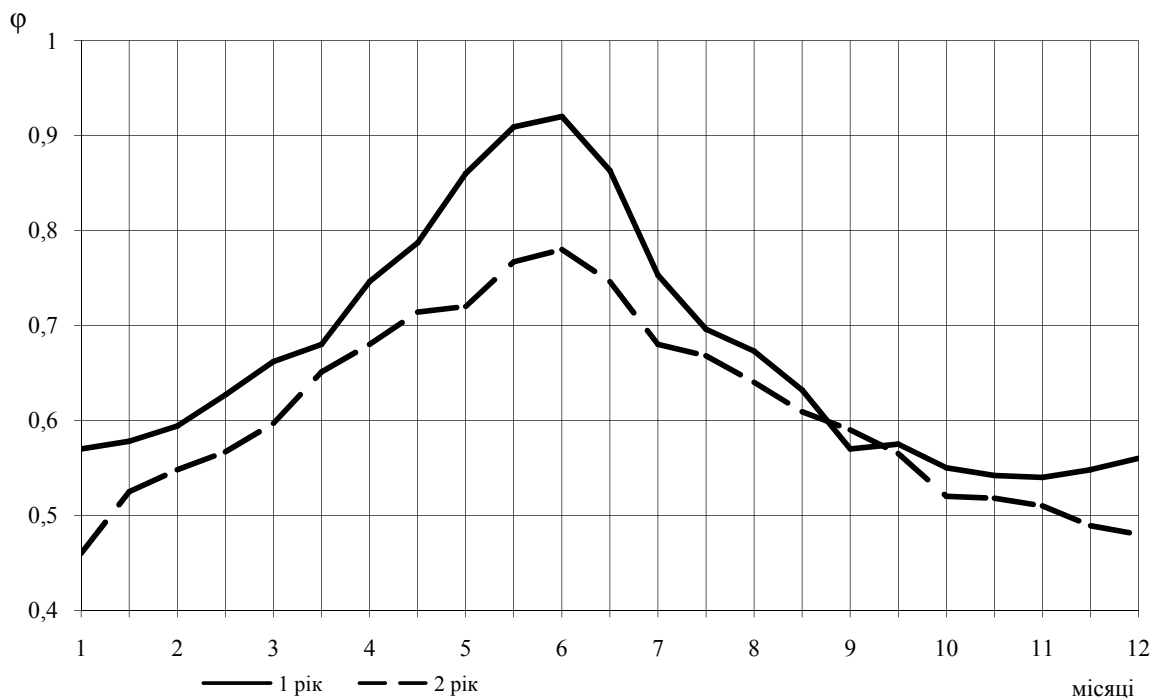


Рис. 1. Зміна коефіцієнта зчеплення дорожнього покриття при експлуатації дороги протягом 2-х років

За даними спостережень, на дорогах I й II категорій зі збільшенням інтенсивності руху транспортних засобів знос дорожнього покриття збільшується пропорційно інтенсивності руху транспорту і складає 1,3 – 1,6 мм у рік без урахування екологічних факторів.

Отже, на умови зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям впливає термін служби покриття, інтенсивність руху, кількість шкідливих викидів промислових підприємств та природнокліматичні фактори. При цьому виявляється нерівномірна зміна умов зчеплення в поперечному і подовжньому профілях автомобільної дороги.

Аналізуючи природнокліматичні фактори, можна встановити, що різні погодні умови мають різний вплив на стан дорожнього покриття (рис. 2). У літній період року стан покриття є сухим і чистим, тому умови руху транспортного засобу є безпечними. При цьому коефіцієнт зчеплення становить максимальне значення для даної дороги. У перехідний період стан

покриття погіршується за рахунок виникнення забруднення та зволоження дорожнього покриття. Зчіпні характеристики покриття різко знижуються. Зимовий період характеризується сніговими та ожеледними відкладеннями, які дуже суттєво погіршують зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям [5, 6].

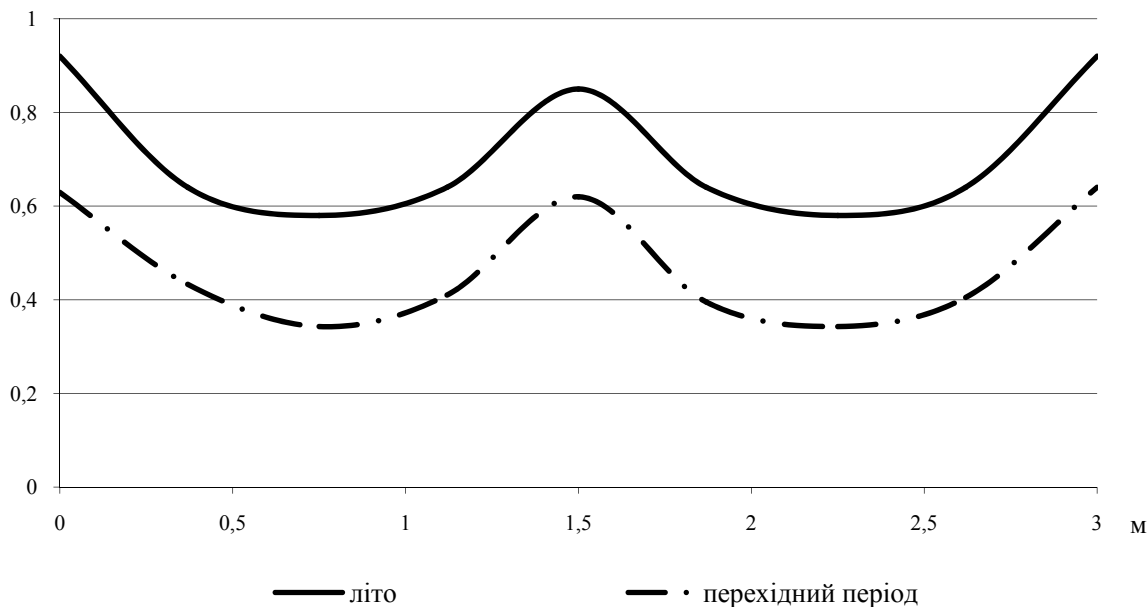


Рис. 2. Зміна коефіцієнту зчеплення в поперечному профілі дороги в різні періоди року

У літню пору покриття сухе і чисте і на ділянці, по якій відбувається рух транспорту без обгону, коефіцієнт зчеплення буде максимальним і дорівнюватиме 0,70. При одержанні сигналу "Обгін" транспорт, що рухається з меншою швидкістю, може іноді з'їжджати вправо без страху бічного зносу, оскільки коефіцієнт зчеплення на узбіччі вище і дорівнює 0,80. Машина, що робить обгін, знаходиться в таких же умовах безпеки, як і машина, що обгоняється.

Обгін складніше у зимовий час тому, що на покритті утворюються снігові наноси і накати, часткові або повні зледеніння проїзної частини. За даними постів ДАІ, в зимовий час ДТП при обгоні відбувається в 10 – 20 разів більше, ніж у такий же проміжок літнього часу. Тому обгін за таких умов, з погляду умов безпеки руху, вимагає особливої обережності й вправності водія. Накатана ділянка в середньому має коефіцієнт зчеплення 0,45.

У проміжному положенні, коли колеса автомобіля будуть розташовані з одного боку на зруйнованій або замасленій смузї узбіччя проїзної частини, а з іншого — на менш зношеній частині з набагато кращими умовами зчеплення, різке гальмування може привести до заносу автомобіля в ліву сторону руху і виникненню ДТП. Таким чином, нерівномірні зчіпні якості покриття в поперечному профілі є однією з причин дорожньо-транспортних випадків.

Спостереження на автомобільній дорозі при неоднорідних умовах зчеплення в подовжньому профілі показали, що однорідні, на перший погляд, суміжні ділянки покриття мають різні опори ковзанню. Під час руху такими ділянками найбільша швидкість руху автомобіля залежить від відстані, яка необхідна водієві для повної зупинки автомобіля у випадку екстреного гальмування.

Досвідчені водії інтуїтивно оцінюють ступінь зчеплення покриття від 0,2 до 0,75 і намагаються підтримувати рух відповідно до умов зчеплення і безпечної швидкості руху на даній характерній ділянці. Однак при інтенсивному зустрічному русі і частих обгонах водій не завжди може зосередити увагу на стані дорожнього покриття і допускає необгрунтоване перевищення швидкості руху.

Верхній шар покриття під впливом коліс автомобіля поступово стирається. Зниження коефіцієнта зчеплення відбувається за одним законом, незалежно від технології будівництва. Шар зносу втрачає свої зчіпні якості не однаково, і це залежить від типу ущільнювача. Застосування віброкатків поліпшує структуру асфальтобетонного шару, збільшує мікропрофіль покриття до 4,2 мм, тим самим підвищує зчіпні якості колеса автомобіля з покриттям.

Досліджували покриття з щільної дрібнозернистої суміші типу "А", у якій 68 % щебеню, 22 % гранітного відсіву і 10 % гідрофобного мінерального порошку з бітумом БНД 60/90 у кількості 4,9 %. Ущільнення робили одночасно декількома видами котків: віброкатками, пневмокатками і жорсткобарабанними котками.

Максимальний ефект було отримано при ущільненні вібраційним котком ДУ-99 при 6-8 проходах по одному сліду з частотою вібрації до 100 Гц. При збільшенні числа проходів суміш ущільненню не піддавалася, з'являлися мікротріщини і подовжні зрушення. На підставі цього, для згладжування поверхні, ущільнення необхідно продовжити з вимкненим вібратором з числом проходів до 4 по одному сліду. При такому виконанні робіт висота мікропрофілю покриття складала 4,5 мм.

Ущільнюючи пневматичним котком ДУ-101 при 13 – 14 проходах по одному сліду, одержали коефіцієнт зчеплення 0,7 – 0,69. Суміш формувалася в гарних умовах, ущільнення проводили за високих температур, зі спадом температури близько 1,2 °С у хвилину. При цьому одержали висоту мікропрофілю покриття 3,5 мм.

При ущільненні жорсткобарабанними котками статичної дії одержали коефіцієнт зчеплення 0,65 – 0,68 тільки після 16 – 18 проходів по одному сліду. Висота мікропрофілю покриття, у порівнянні з віброкатками і пневмокатками, була мінімальною – 2,5 мм.

Швидкісні характеристики ущільнювачів відіграють немаловажну роль у формуванні верхніх шарів дорожнього одягу. Збільшення швидкості віброкатків дає можливість підвищити коефіцієнт зчеплення 0,73 – 0,77.

Застосування у верхніх шарах дорожнього одягу різного типу асфальтобетонних сумішей вимагає особливого підбору ущільнюючих засобів, тому що при цьому виходить досить широкий діапазон змін текстури поверхні шару, що укочується.

Ущільнення багатощебеневої суміші типу "А", зі змістом щебеню більш 72%, віброкатком ДУ-99 приводить до утворення шорсткуватої поверхні з коефіцієнтом зчеплення 0,71 – 0,73 з висотою мікропрофілю поверхні покриття 4,2 – 4,7 мм. Частота вібрації котка регулювалася автоматично в діапазоні 50 – 70 Гц. Перші 4 проходи по одному сліду робили на III передачі зі швидкістю 4,5 – 5,0 км/год, потім до кінця ущільнення швидкість знижували до 2,5 – 3,0 км/год.

Немаловажну роль в якості покриття відіграє застосування щебеню в складі асфальтобетону. Знижуючи зміст щебеню до 42%, ущільнення вели 6 проходами на постійній швидкості 3,5 км/год. Отримали коефіцієнт зчеплення 0,66 – 0,68, висоту поверхні шару 2,7 – 3,2 мм. Піщаний шар ущільнювався за 4 проходи віброкатка і мав коефіцієнт ущільнення 0,99, а коефіцієнт зчеплення 0,62 – 0,65, при цьому утворилась шорстка поверхня з висотою мікропрофіля 1,2 мм. Вібрацію регулювали в діапазоні 25 – 50 Гц, останні 2 – 3 проходи робили із вимкненими вібраторами.

При застосуванні гранітного щебеню з міцністю 1300 МПа, отримали коефіцієнт зчеплення 0,81 – 0,88. Ущільнювали шари віброкатком ДУ-99 при 6 – 8 проходах по одному сліду з частотою вібрації 50 Гц. При ущільненні доломітного щебеню з міцністю 500 – 600 МПа та за подібних умов виконання робіт, отримали коефіцієнт зчеплення 0,6. Знос покриття з доломітного щебеню відбувався у 3 рази швидше, ніж покриття із гранітного щебеню.

Ущільнення асфальтобетонних сумішей з температурою 60 – 100 °С віброкатком з різними частотами дозволяє одержати високі фізико-механічні й експлуатаційні показники. При цьому збільшення коефіцієнта зчеплення від 0,4 до 0,72 відбувалося при 6 – 10 проходах

по одному сліду. Подальше ущільнення не проводили, оскільки це призводить до порушень структури і появи мікротріщин.

Зміна коефіцієнта зчеплення також відбувається на вражених шкідливими викидами ділянках доріг та вулиць. Ділянки доріг, які розташовані поблизу хімічних та металургійних заводів, збагачувальних фабрик, потребують ремонту раніше зазначеного часу експлуатації. Вже через 1 рік експлуатації на таких ділянках з'являються дефекти і руйнування дорожнього покриття, дорога стає аварійно небезпечною. Підчас виконання ремонтних робіт необхідно застосовувати гранітний щебінь або його висівки на в'язкому бітумі з хімічними добавками, які будуть захищати покриття від швидкого руйнування.

В умовах Донбасу можливе застосування місцевих матеріалів із доменного шлаку, різних гранітних висівок, жужільного щебеню. Зносостійкість і зчіпні властивості цих матеріалів відповідають вимогам, які висуваються до гранітів, тому їх руйнування в агресивному середовищі буде протікати повільніше.

Щоб зберегти зчіпні властивості шару зносу при постійних агресивних викидах промислових підприємств, необхідно промивати покриття чистою технічною водою з домішками 1% розчину луги кожні 10 – 15 днів.

Знос покриття дуже помітний, якщо шкідливі окисли постійно накопичуються на поверхні асфальтобетонного шару, а потім під час зволоження перетворюється на розчин сірчистої та азотної кислоти. Ці утворення на дорожньому покритті різко знижують зчіпні властивості і приводять до частих аварійних випадків.

### ***Висновки***

На зчіпні якості дорожнього покриття впливає сукупність різних чинників: стан покриття, період року, застосування місцевих матеріалів, стан транспортного засобу та вміння водія. Вплив цих несприятливих чинників відбувається по всій ширині проїзної частини, особливо на смузі накату, яка працює з більшим навантаженням, ніж зони розташовані поруч. Недооцінка встановлених факторів приводить до різкого зниження транспортно-експлуатаційного стану доріг та підвищенню аварійної ситуації в різні періоди року.

### ***Список літератури***

1. Заворицький В.Й., Алєніч М.Д., Кизима С.С. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг. — К.: ІСЛО, 1995. — 136 с.
2. Ільченко В.В. Оцінка зчіпних якостей дорожнього покриття за параметрами шорсткості його поверхні // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. — Київ, 2003. — Вип. 68. — С. 73-77.
3. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобилей. — М.: Транспорт, 1985. — 231 с.
4. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. — М.: Транспорт, 1986. — 225 с.
5. Васильев А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. — М.: Транспорт, 1986. — 248 с.
6. Михайлов В.В. Строительство автомобильных дорог с учетом климатических условий. — М.: Транспорт, 1981. — 382 с.

Стаття надійшла до редакції 16.09.08

© Губа В.В., 2008