



ISSN 1819-432X print / ISSN 1993-3495 online

СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО  
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО  
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

ТОМ 4, N4, 2008, 183-189

УДК 625.76.033

## ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА НА СТИРАННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ ТА ШИН АВТОМОБІЛЯ

**І.В. Базова**

*Донецький національний технічний університет*

*Автомобільно-дорожній інститут*

*вул. Кірова, 51 м. Горлівка, 84646, Україна.*

*e-mail: inst@adi.gorlovka.net*

*Отримана 17 вересня 2008; прийнята 1 жовтня 2008.*

**Анотація.** Розглянуті питання зносу дорожніх покриттів від дій пневматичних шин автомобіля в залежності від експлуатаційного стану дорожнього одягу в цілому та матеріалу, із якого зроблено верхній шар зносу, в умовах агресивного середовища, яке залежить від викидів промислових підприємств та транспорту. При цьому, коли напрямок стирання відрізняється від напрямку ковзання елементів протектора шини, стирання може розглядатися як „шкідливе”, тому що воно не має ніякого впливу на ефект тертя в зоні контакту шини із шаром зносу. Рекомендовані профілі текстури дорожнього покриття не повинні характеризуватися періодичністю, а повинні бути однаковими в усіх напрямках, проведених через дану точку.

**Ключові слова:** стирання, покриття, агресивне середовище, шар зносу.

## ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ НА СТИРАНИЕ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ И ШИН АВТОМОБИЛЯ

**И.В. Базовая**

*Донецкий национальный технический университет*

*Автомобильно-дорожный институт*

*ул. Кирова, 51 г. Горловка, 84646, Украина.*

*e-mail: inst@adi.gorlovka.net*

*Получена 17 сентября 2008; принята 1 октября 2008.*

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы истирания дорожных покрытий от действий пневматических шин автомобиля в зависимости от эксплуатационного состояния дорожной одежды в целом и материала, из которого сделан верхний слой истирания, в условиях агрессивной среды, которая зависит от выбросов промышленных предприятий и транспорта. При этом, когда направление истирания отличается от направления скольжения элементов протектора шины, истирание может рассматриваться как „вредное”, так как оно не имеет никакого влияния на эффект трения в зоне контакта шины со слоем износа. Рекомендованные профили текстуры дорожного покрытия не должны характеризоваться периодичностью, а должны быть одинаковыми по всем направлениям, проведенных через данную точку.

**Ключевые слова:** истирание, покрытие, агрессивная среда, слой износа.

## FEATURES OF INFLUENCING OF AGGRESSIVE ENVIRONMENT ON ELIMINATION OF ROAD COVERAGE AND BUSSES OF CAR

I. V. Bazovaya

*Donetsk National Engineering University, Motor-car-road institute*

*Kirova street, 51 Gorloovka, 84646, Ukraine.*

*e-mail: inst@adi.gorloovka.net*

*Received 17 September 2008; accepted 1 October 2008.*

**Abstract.** The questions of road covering abrasion because of pneumatic car tires depending on the operating state of road clothes as a whole and the material of which the upper abrasion layer was made, in the conditions of aggressive medium, depending on of industrial and transport effluents. When the in this case abrasion direction differs from the elements sliding one of tire protector, abrasion can be considered as „harmful”, because it has a no influence on the friction effect in the area of the contact with the wear layer. The recommended profile texture are characterized not by the periodicity, but in positions identical in all directions going through the given point.

**Keywords:** abrasion, covering, aggressive medium, layer of wear.

### Постановка проблеми

Практика експлуатації дорожніх покриттів показує, що максимальна шорсткість верхнього шару дозволяє знизити небезпеку виникнення “мильного ефекту” в зоні проходження бігової доріжки, особливо в момент осідання на поверхню покриття туману чи зливових вод через те, що пилюваті частки шкідливих викидів затримуються в більш великих заглибленнях мікропрофілю дорожнього одягу, що приводить до збільшення умов виникнення дорожньо - транспортних пригод.

### Аналіз останніх дослідів і публікацій

Дослідами встановлено, що коефіцієнт зчеплення та коефіцієнт тертя сковзання приймають найбільші значення при оптимальній щільності виступів шорсткості верхніх шарів дорожнього одягу [1,2]. Взаємодія колеса з мокрим дорожнім покриттям супроводжується як динамічними, так і в'язкими діями води, і визначається середнім радіусом та щільністю виступів шорсткості покриття [4,5]. В той же час тертя по мокрій поверхні, змоченій водно – кислотною емульсією, особливо з тупими виступами, переважно в одному напрямку приводить до проковзування колеса та зносу автомобіля в цілому, що небезпечно при підвищенні інтенсивності руху в час “пік” і може привести до дорожньо – транспортних пригод.

### Мета статті

Метою роботи є удосконалення умов для водія автомобіля, властивостей гуми, поперечних та подовжніх ухилів покриття з врахуванням кліматичних та екологічних умов в щорічному періоді експлуатації.

### Головний розділ

Експлуатація шин приводить до втомленісного зносу протектора, величина якого невелика в порівнянні з абразивним, при русі по шорсткуватому покриттю автомобільних доріг.

Інтенсивність зносу шин при русі по дорогах із загостреними вершинами нерівностей представлена у табл. 1.

Основною характеристикою гуми протектора, що визначає опір зносу, є її втомленісна витривалість, тобто число циклів деформації, що витримують до руйнування в даних умовах верхні шари застосовуваного матеріалу. Ці умови включають складний характер напруження, температуру в зоні тертя, характер шкідливих викидів і багато інших факторів.

Якщо шар зносу виконаний із твердих кам'яних матеріалів (граніт, сієніт, базальт і ін.), крайки яких протягом тривалого часу мають загострення, то на поверхні протектора з'являються роздери, поздовжні подряпини і порізи. У цих умовах переважає абразивний знос, особливо внаслідок різких

Таблиця 1. Інтенсивність зносу шин при русі по асфальтобетонному покриттю.

Фракції щебеню	1500 км шляху зносу, мм			
	Граніт	Доломіт	Шлаковий щебінь	Гладке покриття
5-10	0,21	0,11	0,15	0,11
10-20	0,24	0,12	0,16	0,10
15-25	0,25	0,14	0,18	0,09
20-40	0,26	0,13	0,20	0,07

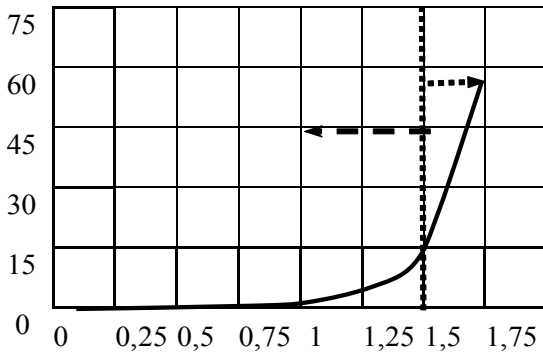


Рис. 1. Залежність стирання різних протекторних гум від коефіцієнта тертя: ——— - область втомленого зносу, ..... - область абразивного зносу за допомогою скочування.

гальмувань, прискорення і поворотів, при цьому спостерігається імовірність зносу за допомогою скочування. Тому для пневматичних шин при їхній експлуатації спостерігаються всі три механізми зносу. Для гуми існують деякі критичні значення зсувових напружень  $T_{\text{крит}}$ .

У поверхневому шарі будуть виникати роздири і тріщини, якщо дійсні зсувові напруження  $T$  перериваються в  $T_{\text{крит}}$ . Для випадку  $T < T_{\text{крит}}$  буде переважати втомленісний механізм зносу, а при  $T > T_{\text{крит}}$  - знос за допомогою скочування (на гладких поверхнях) чи абразивний знос (на грубих поверхнях з гострими виступаючими на верхньому шарі зносу). Зсувове напруження може бути виражене так:  $T = fr$  і, отже,

$$T_{\text{крит}} = f_{\text{крит}} \cdot p \quad (1)$$

Таким чином, при  $f < f_{\text{крит}}$  знос буде обумовлений поверхневою утомою, а при  $f > f_{\text{крит}}$  будуть переважати інші види зносу.

Залежність стирання ряду протекторних гум від коефіцієнта тертя показано на рис. 1.

З рис. 1 видно, що  $f_{\text{крит}}$  Н приблизно 1,25... 1,27. Вище цього значення інтенсивність стирання занадто висока, на поверхні гуми з'являється явний рисунок стирання (рис. 2).

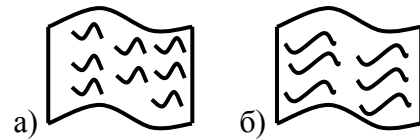


Рис. 2. Характер стирання на поверхні гладкого протектора при терті: а) - по гладкому асфальтобетону, змоченому водно-кислотною емульсією, б) - по шару знову побудованій поверхневій обробці на граніт-щебені.

Цей рисунок характерний при стиранні гуми в одному напрямку. Поява рисунка стирання приводить до додаткового зносу, що може бути значним у визначених умовах (часті зупинки, спуски, перехрестя вулиць і доріг, трамвайні і залізничні переїзди). Це видно при розгляді вертикального перерізу зразка, на поверхні якого відображено характер стирання (рис. 3).

Пилоподібний профіль перетину має напрямок «зубців», протилежний напрямку ковзання. Під час руху зразка «зубці» прогинаються назад і абразив підрізає їх у підставі. У той же час частина їхньої поверхні захищена від стирання в задній частині «зубця». Після ряду підрізань гребені відокремлюються від поверхні гуми, залишаючи на ній тупі підстави. Через визначений час гребені збільшуються, і рисунок відновлюється. Спостерігається великий розбіг в розмірі стертих часток при наявності рисунка і при характеристичному зносі.

З іншого боку, для випадку  $f < 1$  ступінь стирання низька, поверхня гуми гладка, змочена водно-лужною емульсією. На вид інтенсивність зносу протекторної гуми впливає на її твердість. При стиранні по

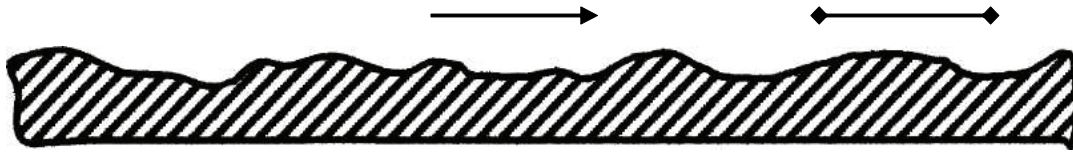


Рис. 3. Вертикальний переріз зразка гуми, що має на поверхні «рисунок стирання».

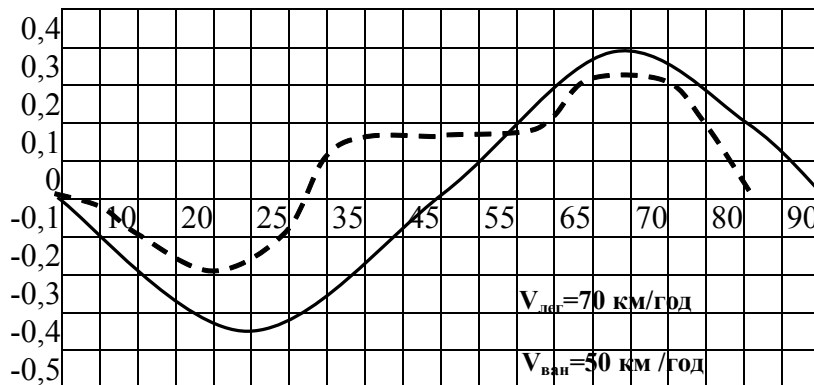


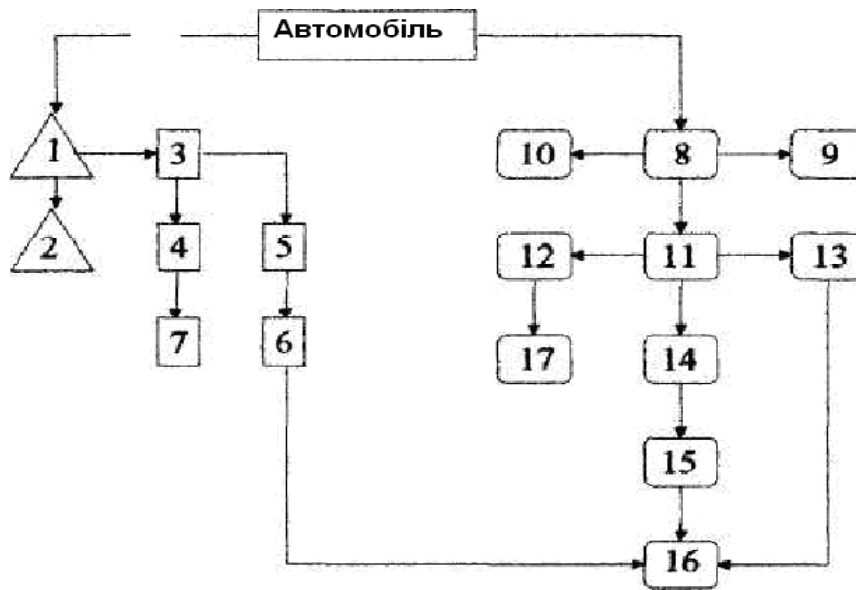
Рис. 4. Зсувні напруження в зоні контакту при вільному коченні шин: 1 - діагональ шини легкових автомобілів; 2- шина з металевим кордом вантажних автомобілів.

абразивній асфальтобетонній поверхні збільшення твердості гуми приводить до підвищення концентрації напруг на вершинах виступів на верхніх шарах шару зносу. При цьому створюються сприятливі умови для прояву абразивного механізму зносу і мікрорізання, інтенсивність зносу при цьому зростає. З іншого боку, стирання гумової бігової доріжки по шорсткуватому шару з тупими виступами здійснюється в умовах прояву механізму за допомогою скочування. З підвищенням твердості гумового протектора імовірність утворення скаток зменшується, а при твердості до 70...75 (по Шору) переважним видом зносу є втомленість.

При випробуванні пневматичних шин в умовах гальмування, прискорення і бокового відведення в задній частині зони контакту виникає велика область ковзання. Стирання в цій зоні відбувається в умовах сухого тертя. У передній частині зони контакту існує також мікроковзання й, у малому ступені, знос. Коли стирання по напрямку збігається з ковзанням, воно іноді розглядається як «корисне», тому що воно прямо впливає на силу зчеплення бігової доріжки шини з покриттям, що перешкоджає ковзанню. З іншого боку, коли напрямок стирання відрізняється від напрямку

ковзання елементів протектора шини, стирання може розглядатися як «шкідливе», тому що воно не має ніякого впливу на ефект тертя в зоні контакту шини із шаром зносу. При вільному коченні шини виникають поперечні зсувові напруження в зоні контакту, вони спрямовані назовні від поздовжньої осьової лінії площі контакту. Вони обумовлюють бічні сили, що можуть досягати великих значень, однакових по величині і протилежно спрямованих. Виникнення бічних сил викликають бічний знос «шкідливого» типу, тому що він не впливає на коефіцієнт тертя кочення, а величина зносу при цьому є значною (рис. 4).

З рис. 4 випливає, що поперечні зсувові напрямки для бічних шин діагональної конструкції значно вищі, ніж для шин радіальної конструкції. Застосування металевих кордів замість текстильного в радикальних шинах дозволяє ще більше знизити бічні сили в умовах даної швидкості кочення і внутрішнього тиску в шинах. Вони показують, що пробіг радіальних шин і їхня загальна працездатність значно вище, ніж діагональних. При зменшенні «шкідливого» зносу і зниженні жолобоутворення радіальних шин можуть мати той же коефіцієнт тертя кочення при значно меншому загальному зносі. Ступінь гальмування,



**Рис. 5.** Схема впливу параметрів мікросорсткості дорожнього покриття на роботу пневматичних шин під час руху: 1-рядове ковзання; 2-розрахункова швидкість; 3-в'язко - пружні властивості гумових коліс; 4-тиск у шинах; 5-рисунок протектора; 6-ступінь зносу гуми; 7-розподіл в'язко-пружного тиску; 8-температура дорожнього покриття; 9-вид кам'яних матеріалів шару зносу; 10-ступінь зносу текстури; 11-вплив на текстуру зовнішніх факторів; 12-ступінь зволоження; 13-товщина водяної емульсії плівки; 14-температура повітря; 15-необхідна мікросорсткість; 16-вплив на коефіцієнт зчеплення шкідливих екологічних викидів; 17-мінімальна товщина.

прискорення і бокового відведення звичайно позначається на ковзанні  $S$ , що характеризує кочення шини. Ковзання визначається як відношення ( $\gamma$  %) середньої швидкості ковзання елемента рисунка (зносу) протектора  $V$  щодо дорожньої поверхні і швидкості руху автомобіля  $V_{\text{авт}}$ :

$$S = (V/V_{\text{авт}})100. \quad (2)$$

Якщо використовувати часовий фактор з чисельника і знаменника, то:

$$S_1 = (L/L_k)100, \quad (3)$$

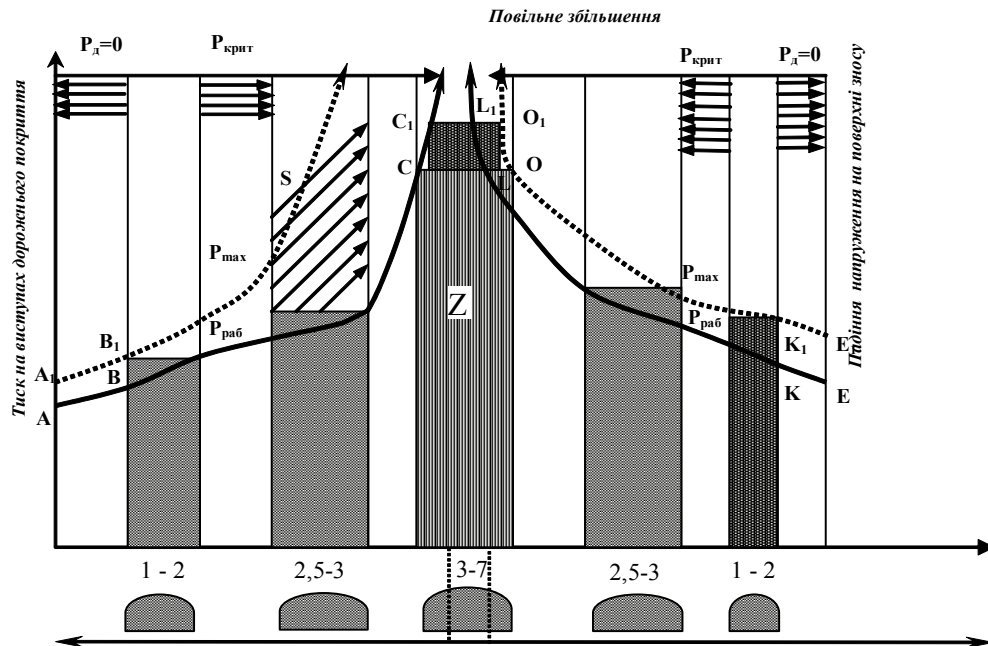
де  $L$  - середній шлях ковзання елемента протектора при вільному коченні;

$L_k$  - загальна довжина контакту вільного кочення.

Якщо профіль дороги має чітку макросорсткість, то переміщення елементів рисунка протектора шин щодо окремих виступів поверхні дороги викликає нерівномірні пружні деформації при коченні колеса в рівномірному режимі.

Вона залежить від ступеня гостроти, або заокругленості виступів текстури шару зносу (рис. 5). У той же час робота пневматичних шин

залежить від тиску в них (п.4.), рисунка бігової доріжки (п. 5) і ступеня зношеності її (п. 6.). При будь-якому стані бігової доріжки шин їхні зчіпні властивості в основному залежать від зволоженості текстури, впливу погодних і екологічних факторів (п.11 і п.16.). Дослідження показали, що зчіпні властивості покриття багато в чому залежать від зволоження і товщини водно-емульсійної плівки п. (13 і п. 12.). В умовах мокрих доріг роздири в біговій доріжці забезпечують проникнення виступів через плівку води і встановлення сухого контакту між ними. Поверхня з гострими виступами не буде мати на вершинах виступів плівку змащення, тому що пружний тиск буде перевищувати максимум гідродинамічного тиску, що виникає в області клина на нахилах виступів ковзання. У випадку, якщо поверхня має заокруглену форму, виникає значно менший пік пружного тиску. У випадках припустимих швидкостей ковзання на зволжених дорогах гідродинамічний тиск, що утвориться, на схилах виступів буде перевищувати пік зазначеного тиску, у результаті чого шар водно-емульсійного змащення буде утримуватися на вершинах виступів. Ефективно протидіяти цьому можливо тільки



**Рис. 6.** Розподіл мікросорсткості шару зносу в момент експлуатації:  $P_{\text{крит}}$  - критичний пружний тиск, при якому плівка водно-кислотної емульсії зникає з вершини виступів текстури;  $P_{\text{max}}$  - максимальний тиск на виступах мікросорсткуватої поверхні;  $P_{\text{раб}}$  - робочий тиск на виступах у момент дослідження; AC і EL - ділянка, на якій постійно створюється еластогідродинамічний тиск; OL і SC - ділянка, на якій створюється тільки пружний тиск; AB і KE - ділянка з нульовим гідродинамічним тиском; Z - зона max сорсткості покриття.

постійним доглядом за дорожньою текстурою для її чіткого позначення.

Мікросорсткість по покриттю розподіляється з перших днів експлуатації нерівномірно, процес зміни форми опуклостей на шарі зносу дуже різноманітний (рис. 6), зміни його відбуваються поступово і залежать від безлічі факторів:

- виду застосовуваного щебеню у верхніх шарах дорожнього покриття і його фракції;
  - регулювання руху автотранспорту в піковому режимі роботи;
  - кліматичних і геокліматичних факторів (суворі зими, волога зима й осінь, круті підйоми і спуски);
  - екологічних умов проходження дороги (поблизу великих промислових підприємств зі шкідливим виробництвом);
  - інтенсивності і складу руху транспорту та ін.
- Від якості текстури верхнього шару залежить і ступінь стійкості транспорту, що рухається, у різних кліматичних умовах. Пік тиску на кожному виступі швидко збільшується в залежності від середнього нахилу виступів до критичного значення в точці C і  $C_1$ . Максималь-

ний тиск на виступах  $K_1L_1$  і  $B_1C_1$  збільшується на всьому протязі експлуатації дороги і  $c_k$ , завжди менше  $c_L$ , не дивлячись на те, що відкладення сірки й азоту, а також лугу між виступами сорсткуватої поверхні більше в зоні  $O_1L_1$  і  $C_1B_1$ .

У зоні KE і AB мінімальне напруження шару зносу через малий наїзд колеса в процесі руху, і тому можна вважати, що гідродинамічний тиск дорівнює нулю ( $P_{\text{г}} = 0$ ). Максимальна сорсткість зони Z дозволяє знизити небезпеку виникнення «мильного ефекту» у зоні проходження бігової доріжки, особливо в момент початку осідання на поверхню покриття туману чи зливових вод, через те, що пиловаті частки шкідливих викидів затримуються в більш великих заглибленнях мікропрофілю дорожнього одягу. Умова водіння автомобіля, властивості гуми, поперечний і подовжній ухил покриття, кліматичні й екологічні умови групуються як окремі фактори, що у сумі визначають вимоги до мікросорсткості шару зносу в щорічному періоді експлуатації. Дослідження показали, що якщо середня довжина хвилі текстури верхнього шару зносу обумов-

лена головним чином водовідштовхувальною здатністю покриття, то вибір придатної величини відстані між виступами і западинами - утворенням тонких плівок на їхній поверхні й ефективну протидію еласто-гідродинамічному чи в'язкоеласто-гідродинамічному тиску, що виникає при терті по мокрій поверхні, змоченою водно-кислотою емульсією, з тупими виступами. Кожний шар зносу має текстуру неупорядкованого профілю і тому вона вимагає спеціальної оцінки, тому зроблені наступні обмеження, вони визначаються в такий спосіб:

- у ряді випадків неупорядковані профілі текстури характеризуються не періодичністю, тобто повторюваністю шорсткості від одного локального положення доіншого. Таким чином, хоча довжина профілю досить велика для того, щоб провести статистичну оцінку в межах даного локального поширення, цього недостатньо для всіх локальних профілів, якщо не виконується зазначена вимога;
- профіль поверхні, обумовлений для даного локального положення стосовно деякої середньої лінії, проведеної у визначеному напрямку: повинний бути однаковим в усіх напрямках, проведених через дану точку;
- розмір, форма виступів і відстань між ними в даному місці не повинні сильно відрізня-

тися від тонових на сусідній ділянці поверхні. Повинний існувати так називаний виступ для всієї поверхні;

- бажано, щоб у текстурі поверхні було відсутній переважний напрямок.

З погляду водовбирної здатності поверхонь необхідно, щоб відвідні канали були не занадто довгими й у той же час не занадто глибокими.

### Література

1. Павлюк Д.О., Кизима С.С., Андреев С.І. Визначення залежності коефіцієнта зчеплення від швидкості. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 1988. – Вип. 42 - С. 99 – 101.
2. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобилей. - М.: Транспорт, 1985. – 231с.
3. Бичківський Р.В. та ін. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: Підручник/ Р.В. Бичківський, П.Г. Столярчук, П.Г. Гамула. – 2-е вид. випр. і доп. – Львів: Видавництво національного університету, „Львівська політехніка”, 2004. – 560с.
4. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1993. – 288с.
5. Гончаренко Ф.П., Прусенко Є.Д., Скорченко В.Ф. Експлуатаційне утримання та ремонт автомобільних доріг за складних погодних та екологічних умовах. – Київ, 1999. – 264с.

**Базова Ірина Вадимівна** - асистент кафедри автомобілів і двигунів Донецького інституту автомобільного транспорту. Наукові інтереси: вплив складних екологічних умов Донбасу на безпеку руху; вплив взаємодії зчіпних якостей колеса з дорогою на безпеку руху, дослідження тертя гумових шин з різними типами дорожніх покриттів.

**Базовая Ирина Вадимовна** - ассистент кафедры автомобилей и двигателей Донецкого института автомобильного транспорта. Научные интересы: влияние сложных экологических условий Донбасса на безопасность движения; влияние взаимодействия сцепных качеств колеса с дорогой на безопасность движения, исследование трения резиновых шин с различными типами дорожных покрытий.

**Bazovaya Irina Vadimovna** an assistant of the “Cars and Engines” chair of the Donetsk Motor Transport Institute. Scientific interests: influence of complex ecological conditions of in Donbas on the traffic safety; the interaction influence on the wheel coupling qualities with the road on the traffic, safety, research of the rubber tires friction with the different types.