

## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (11) 2014**

moisture, corresponding to the maximum water-holding capacity is offered.

**Key words:** road embankment, compacted soil, moisture, soil skeleton density, water-holding, continuous soil strength.

**Анотація.** Для обеспечения длительной прочности грунтов дорожной насыпи предлагается выполнять уплотнение до максимального значения плотности скелета грунта при влажности, соответствующей максимальному количеству связанной воды.

**Ключевые слова:** дорожная насыпь, уплотненный грунт, влажность, плотность скелета грунта, связанная вода, продолжительная прочность грунта.

*Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.*

**УДК 620.179.118:625.8(045)** Белятинський А.О., д.т.н., проф.  
Прусов Д.Е., с.н.с., к.т.н., доц.  
Скрипченко О.В., асп.<sup>47</sup>

### **ПІДВИЩЕННЯ ШОРСТКОСТІ ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

**Анотація.** За останні десятиріччя інтенсивного розвитку дорожно-будівельної галузі питання підвищення шорсткості покриттів, зокрема цементобетонних, є одним із переважаючих напрямків в діяльності як вітчизняних, так і зарубіжних вчених. В статті проаналізовано, розроблені вітчизняними та зарубіжними вченими, методи підвищення шорсткості механічними засобами та засобами поверхневої обробки.

**Ключові слова:** шорсткість, цементобетон, коефіцієнт зчеплення, поверхнева обробка.

---

<sup>47</sup> © Белятинський А.О., Прусов Д.Е., Скрипченко О.В.

## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (11) 2014**

**Актуальність теми.** Більшість існуючих цементобетонних автомобільних доріг в Україні було побудовано у 70-х роках минулого сторіччя. За статистикою цементобетонним покриттям належить 8,7% від загальної кількості державних доріг України. Існує велика кількість різноманітних видів деформацій, серед яких лущення, продольні та поперечні тріщини, просідання, пучиноутворення та інші. Такі деформації викликані насамперед низькою якістю технології будівництва, відсутністю якісних матеріалів та хімічних домішок, надмірним впливом сольових розчинів, зростанням осьових навантажень автомобільного транспорту та збільшенням інтенсивності руху в Україні. Згідно нормативних документів строк служби цементобетонних покриттів повинен бути не менш п'ятнадцяти років. Досвід проведення ремонтних робіт на дорогах України свідчить про те, що дефекти з'являються протягом перших років експлуатації.

**Постановка питання.** Сучасна концепція експлуатації автомобільних доріг передбачає виконання ремонтних робіт на ранній стадії пошкодження поверхневого шару покриття, для запобігання розвитку та накопичення деформацій. Основним засобом підвищення коефіцієнту зчеплення є утворення шорсткої поверхні, що забезпечить необхідні експлуатаційні властивості дороги, у тому числі при несприятливому стані покриття. Значна частина концепцій по забезпеченню шорсткості дорожніх покриттів зводиться до того, що верхній шар покриття є самостійним важливим конструктивним елементом автомобільної дороги. Цей шар проектується з метою підвищення комфорту та безпеки руху, забезпечення необхідної швидкості. Він повинен забезпечувати екологічну безпеку, економічність, простоту

утримання. Однак до теперішнього часу не сформульовано єдиного підходу до вивчення, нормування та проектування поверхневого шару. Існуючі методи забезпечують вирішення окремих задач, найчастіше пов'язаних із підвищення коефіцієнту зчеплення [1]. Коефіцієнт зчеплення дає кількісну характеристику процесу взаємодії колеса з покриттям. Однак за величиною коефіцієнта зчеплення не можливо виявити причини низьких зчїпних якостей покриттів, які в більшості випадків пов'язані із шорсткістю їх поверхні. Також, коефіцієнт не дає достовірної інформації про стан покриття в широкому діапазоні швидкостей: для різних типів покриття значення коефіцієнту зчеплення, які виміряні при одній швидкості руху, можуть співпадати, а при інших швидкостях – вони відрізняються.

Оцінювання зчїпних якостей покриття за геометричними параметрами є можливим шляхом встановлення математичних залежностей між певними параметрами шорсткості та коефіцієнтом зчеплення, який слугуватиме комплексним показником оцінювання зчїпних якостей. Такий метод є можливим із використанням профілографів для оцінки геометричних параметрів покриття. У роботах Ларіна О.Н., Левіна Ю.С., Крагельського І.В. та інших використовуються декілька параметрів шорсткості поверхні, емпіричні залежності та комплексні показники, що описують форму виступів шорсткості [2].

Серед теоретичних розробок можна виділити роботу Павлюка Д.О., де побудовано модель поверхні покриття з використанням середньої глибини впадин шорсткості, середнього радіусу виступів шорсткості та щільності виступів шорсткості, які є усередненими значеннями вимірювань [3]. На основі цієї моделі Ільченко В.В. було

## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (11) 2014**

розроблено методику оцінювання зчїпних якостей дорожнього покриття за параметрами шорсткості, що дозволило оптимізувати процес оцінки транспортно-експлуатаційних показників доріг за рахунок скорочення обсягу робіт при їх обстеженні до достатнього мінімуму, а також виявити причини низьких зчїпних якостей покриттів і встановити шляхи їх покращення.

На основі цих досліджень було розроблено рекомендації для ДСТУ Б.В.2.3-8-2003 “Дорожні покриття. Методи вимірювання зчїпних якостей” [4], що встановлює методи вимірювання зчїпних якостей дорожнього покриття автомобільних доріг загального користування, вулиць і доріг населених пунктів, внутрішньогосподарських доріг, підїзних і внутрішніх доріг промислових підприємств й інших організацій незалежно від їх відомчої належності.

Розроблення досконалої методики оцінювання зчїпних якостей автомобільної дороги дозволяє оптимізувати процес оцінки транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги, виявити причини низьких зчїпних якостей, що в свою чергу дозволить знайти відповідний засіб для підвищення цих показників, зокрема, шорсткості покриття.

**Методи підвищення шорсткості цементобетонних покриттів.** В світовій практиці підвищення шорсткості покриттів здійснюють механічними засобами, улаштуванням поверхневих обробок та будівництвом тонкошарових покриттів. Технологія робіт вимагає чіткої послідовності операцій від підготовчих робіт до робіт із догляду проїзної частини.

Із сучасних іноземних технологій улаштування шорстких поверхонь автомобільних доріг можна відзначити

влаштування спеціальних рівновіддалених поперечних канав на цементобетонних покриттях отриманих у результаті фрезерування. Такі заходи застосовують на спусках, підйомах, перед зупинками та перехрестями для забезпечення необхідного коефіцієнту зчеплення, а також для утворення спеціального звукового фону, для привернення уваги водія до необхідності зниження швидкості автомобіля (рис.1). Наприклад, фірмою «Noritate» (Японія) запропоновано засіб механічної обробки цементобетонних покриттів за допомоги алмазних дискових пил, що забезпечують утворення шорсткої поверхні в широкому діапазоні параметрів.

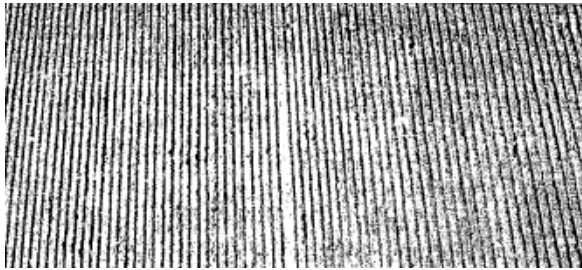


Рис. 1. Шорстка поверхнева обробка цементобетонного покриття

Для активації адгезійних якостей покриттів на етапі підготовчих робіт і для відновлення зчіпних якостей покриттів в процесі експлуатації використовуються механічні та фізико-механічні засоби їх обробки. Французькою фірмою «Gailledrat Pure et Fils» розроблено технологію відновлення цементобетонних покриттів із використанням дробоструменевої обробки. Ця технологія полягає в обробці поверхні покриття сталевими кульками діаметром 1,0 – 1,4 мм. Від їх ударів на розм'якшених ділянках покриття утворюються виїмки та на поверхню виділяються

заповнювачі, утворюючи макрошорсткість. В залежності від швидкості розподілення кульок та швидкості руху дорожньої машини можна отримати макрошорсткі та мікрошорсткі покриття. Рух транспортних засобів відновлюється відразу по закінченню робіт. Також для відновлення шорсткості дорожніх покриттів використовується метод Rucog, заснований на розбризкуванні води під високим тиском (800 – 900 бар). Після проходу дорожньої машини зі швидкістю 5 – 15 м/хв по ширині обробленої смуги коефіцієнт зчеплення збільшується на 0,25, а висота виступів – на 1 мм.

Британська технологія підвищення шорсткості дорожніх покриттів «Addaqrıp 1000» полягає в обробці покриття струменем гарячого повітря, нагрітого до 1000°C, зі швидкістю 305 м/с. При цьому із покриття повністю випаровується волога, вигорають органічні домішки та видуюються тонкодисперсні частки з пор матеріалу, в результаті чого покриття набуває підвищених адгезійних та зчїпних якостей.

Австрійськими вченими запропоновано спосіб удосконалення поверхневої обробки, при якому на поверхню наносяться заглиблення механічними засобами. Утворюються хвилеподібні та пилоподібні дрібні нерівності за допомоги сталевих щїток та струменів води під високим тиском.

Також відомим є спосіб виготовлення шорсткого дорожнього покриття шляхом нанесення суміші порошку полівінілбутирала із кварцовим піском шаром товщиною 6 – 10 мм із наступним розігрівом суміші до температури 250 – 300°C [5]. Автори патенту вказують на те, що полівінілбутираль, плавлячись, вкриває зерна піску рівномірним шаром, який має гарну адгезію до

цементобетонного покриття. По завершенню процесу полімеризації зерна піску, втоплені в скловидну плівку, утворюють міцний шорсткий шар на поверхні покриття, що має хороші зчіпні якості. Однак таке покриття характеризується підвищеною суцільністю та водонепроникністю, що призводить до накопичення вологи на поверхні покриття, а це призводить до підвищення слизькості та зниження безпеки руху у зимовий період.

Одним із широковідомих методів улаштування дорожніх покриттів із шорсткою поверхнею є укладання тонкошарових покриттів. Для цього використовуються холодні емульсійні суміші поверхневих шарів, що наносяться холодним способом із застосуванням бітумних емульсій та гарячим способом із застосуванням бітумів.

Практичний інтерес представляє технологія виготовлення шорсткого цементобетонного покриття запропонована російськими вченими Тимочкіною Л.Ю., Бікбау У.М. та Бікбау М.Я. В основі цього методу лежить виготовлення шорсткого дорожнього покриття з цементобетону шляхом змішування крупного та дрібного заповнювачів із розчином в'язучого та омонолічування нанесенням на поверхню двох шарів. Верхній – шар зносу, виготовляється з дрібного бетону товщиною 5 – 20 мм, із нанесенням рівномірно розподіленого по поверхні, на всю товщину перфорацій, у вигляді перевернутих усічених конусів або багатогранних пірамід. Нижній шар виготовляється з дренажного цементобетону шляхом сумісної обробки розчину цементного в'язучого, з щільним заповнювачем у вигляді щебеню фракції 2 – 10 мм, дрібного заповнювача в вигляді дисперсного матеріалу, наприклад кварцового піску. Суть технічного рішення полягає в

поєднанні міцного шару зносу з перфорацією з нижнім шаром покриття у вигляді крупнопористого дренажного цементобетону, що відрізняється високою шорсткістю та водопроникністю. Верхній шар виготовляють звичайним змішуванням у розчинозмішувачах дрібнозернистого бетону, яким покривають нижній шар покриття з дренажного бетону. Після початку схоплення по поверхні на всю товщину рівномірно розподіляються перфорації (рис. 2).

Виготовлення верхнього шару покриття – шару зносу – з щільного цементобетону із нанесенням на його поверхню наскрізної перфорації на всю товщину цього шару зберігає дренажні властивості покриття, забезпечує підвищену водопроникність і стійку шорсткість покриття. Таке покриття дозволяє отримати підвищення коефіцієнту зчеплення та водопроникності, виключає аквапланивання та позитивно впливає на безпеку руху, особливо на підйомах, спусках та поворотах автомагістралей.

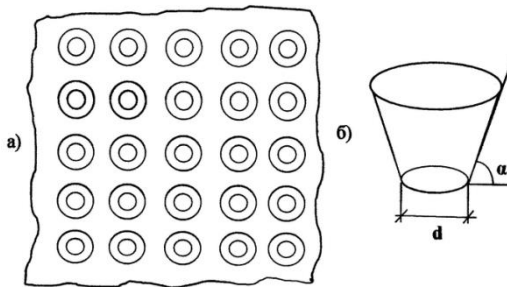


Рис. 2. Приклад перфорованої поверхні шару зносу в вигляді перевернутих усічених конусів: а) загальний вигляд; б) конічна ямка з утворенням меншого діаметру основи конусу,  $d$  та кута нахилу бокового ребра конусу до вертикальної осі,  $\alpha$



**Висновки.** На основі накопиченого досвіду за останні десятиріччя інтенсивного розвитку дорожньо-будівельної галузі можна зробити висновок, що підвищення шорсткості покриттів, зокрема цементобетонних є одним із переважаючих напрямків в діяльності як вітчизняних, так і зарубіжних вчених. В першу чергу було розроблено велику кількість методів підвищення шорсткості механічними засобами. Однак слід зазначити, що в сучасній практиці механічні засоби обробки покриття відходять на другий план через надмірне дефектоутворення на поверхні покриттів. Великої популярності набувають способи поверхневої обробки покриттів, які забезпечують необхідні транспортно-експлуатаційні властивості покриттів, зокрема шорсткість, а також дозволяють збільшити строк служби автомобільної дороги. Питання підвищення зчіпних якостей покриття ніколи не втрачить своєї актуальності, тому що забезпечення безпеки та комфорту руху для водіїв транспортних засобів є одним із пріоритетних у дорожньо-будівельній галузі.

#### **Література**

1. Кочетков А. В. Шероховатые поверхности: нормирование, проектирование и устройство / А. В. Кочетков, П. С. Суслиганов. // Автомобильные дороги. – 2005. – №1. – С. 54–56.
2. Ільченко В.В. Удосконалення методики оцінки шорсткості дорожнього покриття / В. В. Ільченко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2001. – №62 – С. 25-28.
3. Ільченко В.В. Оцінка зчіпних якостей дорожнього покриття за параметрами шорсткості його поверхні / В.В. Ільченко // втомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2003. – №68. – С. 45-47.
4. Дорожні покриття. Методи вимірювання зчіпних якостей: ДСТУ Б.В.2.3-8-2003. – К.: Держбуд України, 2003. – 25 с.
5. Пат. 2101414 Российская Федерация E01C7/35, E01C7/10, E01C11/24. Способ обработки цементобетонного покрытия / Ушаков В.В.; Елисева Л.И.; Вишневский А.В.; заявитель и патентообладатель

## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (11) 2014**

Читинский государственный технический университет. - № 2101414 ; заявл. 06.05.1996 ; опубл. 10.01.1998.

**Аннотация.** За последние десятилетия интенсивного развития дорожно-строительной отрасли вопрос повышения шероховатости покрытий, в том числе и цементобетонных, является одним из основных направлений деятельности зарубежных и отечественных ученых. В статье проанализированы, разработанные зарубежными и отечественными учеными, методы повышения шероховатости механическими способами и способами поверхностной обработки.

**Ключевые слова:** шероховатость, коэффициент сцепления, цементобетон, поверхностная обработка.

**Annotation.** The development of the road construction industry occurred over the past decade. Increased roughness of cement concrete pavements is an important issue in the work of foreign and domestic scientists. In article performed analysis of the methods of increasing the roughness of pavements.

**Keywords:** roughness, traction coefficient, cement concrete, surface treatment.

*Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.*

**УДК 628.47(045)**

Войцехівська О.А. <sup>48</sup>аспірант  
кафедри архітектури НАУ  
м. Київ, Україна

### **ВТОРИННА ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ СОРТУВАННЯ**

**Анотація.** У статті розкривається сутність проблеми збору та переробки твердих побутових відходів та шляхи її вирішення. Висловлюються пропозиції щодо створення нової концепції сортування сміття на базі мобільних модульних комплексів .

**Ключові слова:** сортування відходів, вторинна переробка, мобільні модульні комплекси.

---

<sup>48</sup> © Войцехівська О.А.