

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Розглянуто метод оцінювання стійкості поверхневої обробки дорожнього покриття за допомогою маятникового пристрою, наведено результати випробувань дослідних зразків поверхневої обробки.

Ключові слова: *дорожнє покриття, поверхнева обробка, адгезійна стійкість, маятниковий пристрій.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Одними з основних транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг, які впливають на безпечність руху автомобільного транспорту, є зчіпні якості поверхні дорожнього покриття.

З метою підвищення зчіпних якостей дорожнього покриття на автодорогах улаштовують тонкошарові шорсткі покриття, зокрема традиційну поверхневу обробку [1 – 2]. Ефективність таких заходів підтверджується тим, що заміна гладкого покриття шорстким викликає зменшення аварійності більш ніж удвічі, а кількість дорожньо-транспортних подій, пов'язаних із шорсткістю покриття, зменшується майже в чотири рази [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми й на які спираються автори, виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Поверхнева обробка дорожнього покриття під дією транспортних навантажень та за різноманітних природно-кліматичних умов знаходиться в складному становищі. Досить часто низький рівень приживлення поверхневої обробки до поверхні дорожнього покриття викликає відшарування кам'яного матеріалу від основи. Унаслідок цього очікуваний ефект підвищення зчіпних якостей, а також матеріальні й трудові витрати на влаштування поверхневої обробки виявляються марними.

Діючі нині нормативні документи [4, 5], які стосуються поверхневої обробки дорожнього покриття, не передбачають проведення як лабораторних досліджень з визначення стійкості поверхневої обробки до виконання дорожніх робіт, так і польових випробувань при влаштуванні шорсткого шару покриття та його прийманні в експлуатацію.

У дорожній практиці для оцінювання стійкості поверхневої обробки найчастіше проводяться лабораторні випробування адгезії матеріалів поверхневої обробки за методом Віаліта, суть якого полягає у визначенні здатності в'язучого утримувати кам'яний матеріал на металевій пластині при ударному впливі [6]. Метод Віаліта реалізовано в конструкції пристроїв «В053» виробництва італійської фірми «Matest» [7] і «ПВ-01» виробництва російського ВО «Росдортех» [8], а також їх білоруського аналога «ПС-2» [9].

До недоліків пристроїв методу Віаліта слід віднести те, що ударний принцип дії не враховує реологічні властивості взаємодії в'язучого й кам'яного матеріалів у шарі покриття. Крім того, вони можуть застосовуватися лише в лабораторних умовах на дослідних зразках, що обмежує можливості їх практичного використання.

Оскільки в дорожній практиці не існує методів оцінювання стійкості поверхневої обробки дорожнього покриття в польових умовах, то на кафедрі автомобільних доріг, геодезії та архітектури сільських будівель Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка розроблено експериментальний маятниковий пристрій «ЕМПК» [10, 11], який може забезпечити необхідну ефективність та достовірність досліджень при мінімальних витратах на обладнання.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті – розроблення методики оцінювання стійкості поверхневої обробки дорожнього покриття за допомогою маятникового пристрою «ЕМПК».

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Експериментальний маятниковий пристрій «ЕМПК» (див. рис. 1) являє собою штатив, який встановлюється на лабораторну опорну поверхню 8 чи поверхню дороги та складається з двох трубчатих стійок 1 і напрямної горизонтальної осі 4. На напрямній осі 4 шарнірно закріплено два важелі: упорний важіль 2 та ударний важіль 3, що імітує динамічну дію колеса на щербінку в шарі поверхневої обробки під час руху транспортного засобу.

Технічні характеристики маятникового пристрою «ЕМПК»:

| | |
|---|------|
| – вага (без опорної поверхні), кг | 7 |
| – габаритні розміри (без опорної поверхні), м: | |
| – ширина | 0,5 |
| – довжина | 0,48 |
| – висота (без урахування регулювальних гвинтів) | 0,5 |
| – радіус обертання ударника, м | 0,5 |
| – вага ударника, кг | 0,5 |

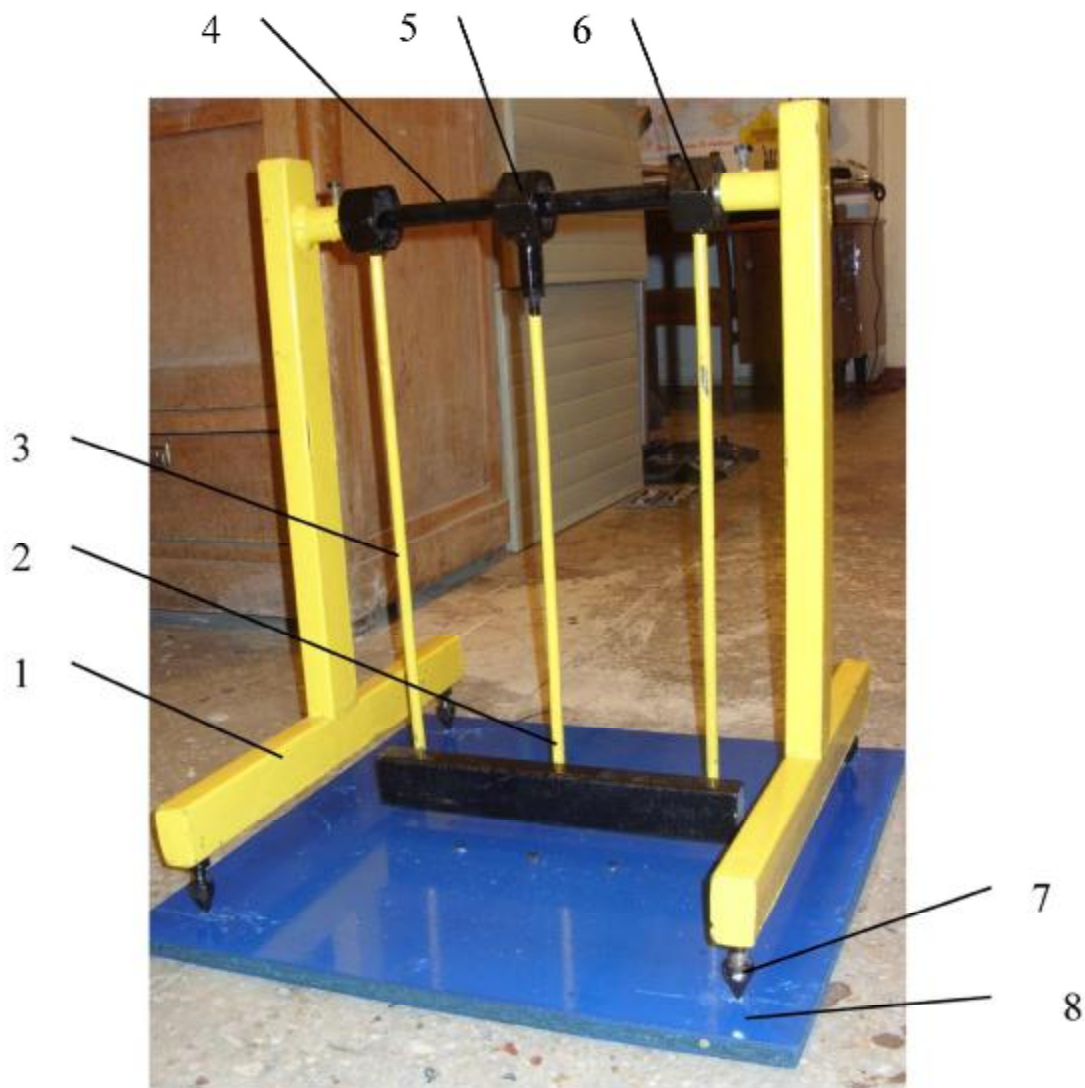


Рис. 1. Маятниковий пристрій «ЕМПК»:

1 – стійка штатива; 2 – упорний важіль; 3 – ударний важіль; 4 – напрямна вісь; 5– шарнір кріплення упорного важеля; 6 – шарнір кріплення ударного важеля; 7 – регулювальний гвинт (4 шт.); 8 – опорна поверхня

Порядок підготовки дослідних зразків до випробування

Підготовка кам'яного матеріалу. Кам'яний матеріал промивають дистильованою водою та кип'ятять у ній 30 хвилин, після чого висушують в сушильній шафі при температурі $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ впродовж (35 ± 5) хвилин. Надалі матеріал охолоджують при кімнатній температурі.

Підготовка в'язучого матеріалу. В'язучий матеріал зневоднюють обережним нагріванням до 105°C , постійно перемішуючи скляною паличкою. Випарений і розплавлений до стану текучості матеріал проціджують через сито №07 для усунення випадкових домішок.

Підготовка металевих пластин. Поверхню металевих пластин спершу протирають розчинником і промивають проточною водою з господарським милом. Потім пластини промивають дистильованою водою та кип'ятять у

ній 30 хвилин, після чого висушують у вертикальному положенні при кімнатній температурі або в сушильній шафі при температурі $(90\pm 5)^\circ\text{C}$ протягом (35 ± 5) хвилин.

Приготування дослідних зразків. Підготовлена металева пластина вкладається на терези, відлік яких обнулюється, після чого здійснюється відважування в'язучого, кількість якого завчасно розраховується залежно від прийнятої норми розподілу.

Після відважування розрахункової кількості в'язучого металева пластина нагрівається до робочої температури (наприклад, бітум марки БНД 60/90 без домішок – $(145\pm 10)^\circ\text{C}$, бітум БНД 60/90 з адгезійною домішкою «УДОМ-3» – на $(135\pm 10)^\circ\text{C}$).

Прогрітий до робочої температури в'язучий матеріал розподіляється рівномірним шаром по площі робочої зони металевої пластини (в межах бортиків) за допомогою металевого шпателя (без затікання в'язучого за межі бортиків на пластині).

На рівномірно розподілений шар в'язучого при його робочій температурі вздовж металевої пластини вкладається підготовлений щебін, який притискається легким натиском руки до поверхні основи.

Виготовлені дослідні зразки поверхневої обробки витримуються при кімнатній температурі не менш ніж 24 години.

Порядок проведення випробувань дослідних зразків

Для проведення випробувань опорна поверхня вкладається на тверду основу, на яку безпосередньо встановлюється маятниковий пристрій «ЕМПК» і за допомогою регулювальних гвинтів на краях стійок штатива прилад приводиться в робоче положення.

Підготовлений у визначеній послідовності дослідний зразок поверхневої обробки вкладається на опорну поверхню таким чином, щоб упорний важіль приладу впирався в край однієї зі щебінок. Після цього кінець упорного важеля регулюється по довжині так, щоб точка його контакту зі щебінкою була на $2/3$ висоти кам'яного матеріалу.

Після завершення підготовчих операцій оператор відводить ударний важіль на кут 45° чи 90° від горизонтального положення та плавно (без ривків) відпускає його. Під дією власної ваги ударний важіль опускається донизу й здійснює через упорний важіль удар на щебінку з величиною миттєвої енергії 0,6 чи 2,1 кг.

Після нанесення удару оператор візуально визначає стан щебінки за такими критеріями:

- *положення щебінки:*
 - залишилась на місці приживлення;
 - змістилась від місця приживлення в межах пластини;
 - втратила стійкість (відірвалася від пластини);
- *вид втрати стійкості щебінки:*
 - відрив по шару в'язучого (адгезійна втрата стійкості);

– відрив із шаром в'язучого (когезійна втрата стійкості).

Результати візуального оцінювання стану щебінки після нанесення удару записуються у табличній формі для подальшого аналізу й загального оцінювання стійкості поверхневої обробки.

Після цього дослідний зразок зміщується за напрямними опорної поверхні та відбувається удар по інших щебінках у наведеній вище послідовності.

По завершенню випробування дослідних зразків визначають коефіцієнт приживлення

$$K = \frac{N - A}{N}, \quad (1)$$

де N – кількість щебінок, які були приживлені на зразках однієї серії; A – кількість щебінок, що відірвалися чи втратили стійкість.

У процесі досліджень у лабораторних умовах виготовлено дві серії зразків поверхневої обробки (див. рис. 2) такого складу:

– серія ПО1 – поверхнева обробка зі щебеню фракції 15 – 20 мм, що приживляється на бітумі марки БНД-60/90 без використання домішок при кількості в'язучого 0,5 кг/м² (ПО1-1 в кількості 2 шт.); 0,9 кг/м² (ПО1-2 – 4 шт.) та 2,0 кг/м² (ПО1-3 – 4 шт.);

– серія ПО2 – поверхнева обробка зі щебеню фракції 15 – 20 мм, що приживляється на бітумі марки БНД-60/90 з використаннями адгезійної домішки «УДОМ-3» при кількості в'язучого 0,5 кг/м² (ПО1-1 в кількості 2 шт.); 0,9 кг/м² (ПО1-2 – 4 шт.) та 2,0 кг/м² (ПО1-3 – 4 шт.).



Рис. 2. Вигляд дослідного зразка до початку випробування

Результати випробування дослідних зразків поверхневої обробки за допомогою маятнікового пристрою «ЕМПК» наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати випробувань дослідних зразків

| № зразка | Кількість щебінок на пластині | Кут α , град. | Кількість щебінок на пластині після удару | Коефіцієнт приживлення | Форма втрати стійкості |
|----------|-------------------------------|----------------------|---|------------------------|------------------------|
| ПО1-1-1 | 5 | 45 | 0 | 0 | - |
| ПО1-1-2 | 5 | 90 | 1 | 0,20 | К |
| ПО1-2-1 | 5 | 45 | 0 | 0 | - |
| ПО1-2-2 | 5 | | 1 | 0,20 | К |
| ПО1-2-3 | 5 | 90 | 1 | 0,20 | А |
| ПО1-2-4 | 5 | | 1 | 0,20 | АК |
| ПО1-3-1 | 5 | 45 | 1 | 0,20 | А |
| ПО1-3-2 | 5 | | 2 | 0,40 | А |
| ПО1-3-3 | 5 | 90 | 2 | 0,40 | А |
| ПО1-3-4 | 5 | | 3 | 0,60 | А |
| ПО2-1-1 | 5 | 45 | 0 | 0 | К |
| ПО2-1-2 | 5 | 90 | 1 | 0,20 | К |
| ПО2-2-1 | 5 | 45 | 0 | 0 | К |
| ПО2-2-2 | 5 | | 1 | 0,20 | К |
| ПО2-2-3 | 5 | 90 | 0 | 0 | К |
| ПО2-2-4 | 5 | | 1 | 0,20 | АК |
| ПО2-3-1 | 5 | 45 | 0 | 0 | А-З |
| ПО2-3-2 | 5 | | 1 | 0,60 | А-В |
| ПО2-3-3 | 5 | 90 | 0 | 0 | А-З |
| ПО2-3-4 | 5 | | 2 | 0,40 | АК |

Примітка: А – адгезійна форма втрати стійкості;
 К – когезійна форма втрати стійкості;
 З – зміщення щебінки від початкового положення;
 В – відрив щебінки від початкового положення.

Аналізуючи результати випробування дослідних зразків поверхневої обробки, які наведено у таблиці 1, можна зробити такі висновки:

1. При влаштуванні поверхневої обробки зі щебеню фракції 15 – 20 мм на бітумі марки БНД-60/90 без модифікації (дослідні зразки серії ПО1) можлива втрата стійкості шару покриття внаслідок низьких властивостей в'язучого втримувати кам'яний матеріал. Зі збільшенням кількості в'язучого (до 2,0 кг/м²) має місце зростання коефіцієнта приживлення при ударі з величиною миттєвої енергії 0,6 кг від 0,00 до 0,60 та при ударі в 2,1 кг – від 0,00 до 0,40; при цьому форма втрати стійкості переходить від когезійної в змішану адгезійно-когезійну

2. При влаштуванні поверхневої обробки зі щебеню фракції 15 – 20 мм на бітумі марки БНД-60/90 із введення до складу в'язучого адгезійної домішки «УДОМ-3» (дослідні зразки серії ПО2) простежується зростання властивостей в'язучого втримувати кам'яний матеріал, що

підвищує стійкість шару покриття. Зі збільшенням кількості в'язучого має місце зростання коефіцієнта приживлення при ударі з величиною миттєвої енергії 0,6 кг від 0,40 до 0,60 та при ударі в 2,1 кг – від 0,20 до 0,40; при цьому форма втрати стійкості переходить від змішаної до когезійної.

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що стійкість кам'яного матеріалу напряму залежить від кількості та виду в'язучого матеріалу, який застосовується для влаштування поверхневої обробки.

Висновки з даного дослідження. Результати випробування дослідних зразків поверхневої обробки із застосуванням маятникового пристрою «ЕМПК» свідчать, що запропонований метод оцінювання стійкості поверхневої обробки дозволяє забезпечити необхідну ефективність та достовірність як лабораторних досліджень (з метою підбору оптимальної потреби кількості в'язучого та кам'яного матеріалів до влаштування поверхневої обробки), так і польових випробувань (під час влаштування й експлуатації поверхневої обробки).

Література

1. Васильев А.П. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов / А. Васильев, П. Шамбар. – М.: Трансдорнаука, 1999. – 80 с.
2. Шарпило А.В. Пошук шляхів поліпшення технології влаштування поверхневої обробки дорожнього покриття/ А.В. Шарпило, В.В. Льченко // Збірник наукових праць будівельного факультету Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – С. 142 – 148.
3. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобилей / М.В. Немчинов. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
4. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 84 с.
5. ВБН В.2.3-218-010-97. Влаштування шорстких поверхневих обробок покриттів автомобільних доріг. – К.: Укравтодор, 1997. – 38 с.
6. DIN EN 12272-3-2003. Surface dressing – Test method. Part 3: Determination of binder aggregate adhesivity by the vialit plate shock test method– 24 p.
7. Vialit – Binder adhesion test [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.matest.com>.
8. Каталог продукции ПО «Росдортех» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://him-esi.com.ua/rosdorтех>.
9. СТБ 1220-2000. Битумы модифицированные дорожные. Технические условия. – Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2000. - 24 с.
10. Льченко В.В. Розроблення сучасного методу оцінки стійкості поверхневої обробки дорожнього покриття/ В.В. Льченко, О.М. Криворучко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). Вип. 2 (30). – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – С. 259 - 265.

11. Пат. 72550 Україна, МПК (2006.01)G01N 19/04. Маятниковий пристрій для оцінювання стійкості поверхневої обробки дорожнього покриття / В.В. Ільченко, О.М. Криворучко. – заявл. 10.01.12; опубл. 27.08.12, Бюл. № 16.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© В.В. Ільченко, А.В. Шарпило

УДК 625.7/.8

*В. В. Ільченко, к.т.н., доц.
А. В. Шарпило, магістр*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Рассмотрен метод оценки стойкости поверхностной обработки дорожного покрытия с помощью маятникового прибора, представлены результаты испытаний опытных образцов поверхностной обработки.

***Ключевые слова:** дорожное покрытие, поверхностная обработка, адгезионная стойкость, маятниковый прибор.*

UDC 625.7/.8

*V.V. Ilchenko, Ph. D., Associate Professor
A.V. Sharpylo, magister*

Poltava National Technical University named in honour of Yuriy Kondratyuk

IMPROVING THE METHOD FOR EVALUATION SURFACE TREATMENT STABILITY OF ROAD PAVEMENT

Consider a method evaluating resistance the surface treatment of pavement with a pendulum appliance, the results of prototype testing of surface treatment.

***Keywords:** road pavement, surface treatment, adhesive stability, pendulum device.*