

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ МІЖ ШАРАМИ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

*Левківська Л.В.*, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, l\_v\_g@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5589-5257

*Гринчак І.І.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна, ilonaborovyk@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8382-3824

*Елаллак Д.М.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна, jafarmoosa\_77@ukr.net, orcid.org/0000-0001-9045-7351

## ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF ADHESION BETWEEN LAYERS OF ROADWEAR

*Levkivska L.V.*, Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, l\_v\_g@ukr.net, orcid.org/0000-0002-5589-5257

*Hrynychak I.I.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine, ilonaborovyk@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8382-3824

*Elallak J.M.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine, jafarmoosa\_77@ukr.net, orcid.org/0000-0001-9045-7351

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими й практичними завданнями.** Сучасний світовий та вітчизняний досвід забезпечення якості конструкції дорожнього одягу з асфальтобетонними шарами свідчить про необхідність забезпечення повного їх зчеплення у процесі експлуатації.

При моніторингу якості виконаних робіт з улаштування асфальтобетонної конструкції автомобільних доріг залишаються проблемними питання з оцінки зчеплення між її шарами та стійкості при зсуві під впливом зміни зовнішніх умов (температури, активного навантаження і частоти його прикладання). Відсутність дійових методів та відповідного сучасного обладнання або приладів не дозволяє вирішити ці питання, що, в свою чергу, не дає можливості контролювати якість асфальтобетонної конструкції, впливати на склад асфальтобетонної суміші при проектуванні дорожнього одягу з метою покращення її технічних характеристик. Для вирішення цих питань необхідно провести науковий пошук і аналіз вітчизняних та зарубіжних досліджень існуючих методів оцінки якості зчеплення між асфальтобетонними шарами дорожнього одягу. Лише їх детальне вивчення дозволить розробити оптимальну методіку розрахунку міцності зчеплення та стійкості при зсуві між шарами асфальтобетонної конструкції автомобільних доріг і автоматизований прилад для їх визначення.

**Аналіз публікацій, в яких розпочато дослідження даної проблеми і на які спираються автори.** В останні роки було проведено багато вітчизняних та зарубіжних досліджень якості зчеплення між асфальтобетонними шарами [1-9]. На основі їх аналізу виявлено ряд методів визначення якості зчеплення між різними шарами дорожніх одягів з урахуванням умов їх роботи.

Всі вони засвідчили, що однією з основних причин передчасного руйнування новозбудованих або відремонтованих покриттів нежорсткого типу є низька міцність міжшарового зчеплення в зоні контакту знову укладеного матеріалу з нижче розташованим шаром, оскільки умова міцного зв'язку між шарами найчастіше не дотримується. При експлуатації дорожніх покриттів на контакт між шарами відбуваються відносні зміщення, які є ознакою недостатньої міцності міжшарового зчеплення при динамічних впливах транспортних засобів і, як наслідок, виникнення високочастотних коливань призводить до швидкого руйнування дорожніх покриттів.

**Мета роботи** – здійснити аналіз існуючих методів, приладів та обладнання оцінки якості зчеплення між асфальтобетонними шарами при зсуві в конструкції дорожнього одягу.

**Викладення основного матеріалу досліджень.** Створення міцного контакту між шарами дорожнього одягу за рахунок їх достатнього зчеплення є обов'язковою і важливою умовою, що передбачається розрахунковими схемами роботи конструкцій дорожнього одягу з асфальтобетонними шарами при їх проектуванні згідно нормативних документів, які діють в останні роки. Однак, як показує практика, не завжди вдається забезпечити необхідне зчеплення між асфальтобетонними

шарами. Дослідження багатьох вчених свідчать, що найбільш поширеними причинами цього є: невідповідність технологічних режимів укладання шарів дорожнього одягу, перш за все температурних; не врахування фізико-механічних властивостей матеріалів на етапі будівництва; впливу кліматичних і механічних чинників, або найчастіше їх комплексного впливу на етапі експлуатації автомобільної дороги та інше [1-2].

Так, у публікації [3] звертається увага на те, що під дією вертикального навантаження від колеса автомобіля в шарах дорожнього одягу виникають зсувні напруження. Якщо ці напруження перевищують опір зсуву матеріалу, то внаслідок порушення граничної рівноваги виникають та поступово накопичуються від багаторазового навантаження залишкові деформації. В результаті дорожній одяг починає руйнуватися. Отже, будь-який міцний дорожній одяг протягом року не повинен мати залишкових деформацій, тобто повинен працювати в стадії оборотних (пружних) деформацій. Опір зсуву зазвичай різко знижується в весняний період при підвищеному зволоженні.

Зсувостійкість асфальтобетонного шару посилення залежить, з одного боку, від міцності шару, а з іншого боку від міжшарового зчеплення його з нижнім шаром.

Крім зсувних зусиль, що виникають в шарах дорожніх одягів від вертикального колісного навантаження, горизонтальні зусилля виникають від дії крутного моменту при русі автомобіля, збільшуючись при зміні швидкості руху, зрушенні автомобіля з місця і досягають максимуму при гальмуванні. Співвідношення вертикальної і горизонтальної складових навантаження залежать від режимів руху, профілю поверхні проїзної частини, зчеплення колеса з покриттям, конструктивних особливостей автомобіля і досягає в більшості випадків 75% від вертикальних навантажень. Сумарні максимальні напруження виникають на глибині 4-10 см від поверхні, тобто на нижній границі шару посилення. Авторами експериментально продемонстровано значення міжшарового зчеплення при випробуванні моделей на згин. Результати випробувань наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Вплив міжшарового зчеплення на спільну роботу шару з нижче розташованим шаром

Table 1 – Effect of interlayer adhesion on the co-operation of a layer with an underlying layer

№ моделі	Модель 40 × 40 × 160 мм	Міцність на розтяг при згині МПа	Адгезив	Технологічні параметри
1		3,12	Модель суцільна	Температура суміші 140° С Ущільнюоче навантаження 40 МПа
2		2,82	Гас 0,1 л/м <sup>2</sup> Бітум 0,25 л/м <sup>2</sup>	Температура суміші 140° С Температура бітуму 130° С Ущільнюоче навантаження 40 МПа
3		2,38	Бітум 0,55 л/м <sup>2</sup>	Температура суміші 140° С Температура бітуму 130° С Ущільнюоче навантаження 40 МПа
4		1,61	Без адгезиву	Температура суміші 140° С Ущільнюоче навантаження 40 МПа

Для підтвердження впливу якості міжшарового зчеплення на величину розтягу при згині монолітних шарів нежорстких дорожніх одягів у лабораторних умовах [4] були виготовлені двошарові зразки з асфальтобетонної суміші. Для моделювання різної величини і якості міжшарового зчеплення використовувались дві серії зразків: із забезпеченим міжшаровим зчепленням і без забезпеченого зчеплення між шарами асфальтобетону. Для імітації відсутності міжшарового зчеплення на межу розділення асфальтобетонних шарів був прикладений просочений технічним маслом папір. Результати випробувань зразків на розтяг при згині наведені на рис. 1 (при температурі 10° С).

Аналізуючи отримані дані, відзначено зниження міцності на розтяг при згині зразків без забезпеченого міжшарового зчеплення на 30% по відношенню до зразків із забезпеченим міжшаровим зчепленням. Це обумовлено тим, що при незабезпеченому міжшаровому зчепленні шари дорожнього

одягу працюють не як єдина система, а як пакет окремих незв'язаних шарів, що призводить до зниження міцності на розтяг при згині всієї конструкції, і як наслідок у процесі експлуатації такі покриття почнуть передчасно руйнуватися.

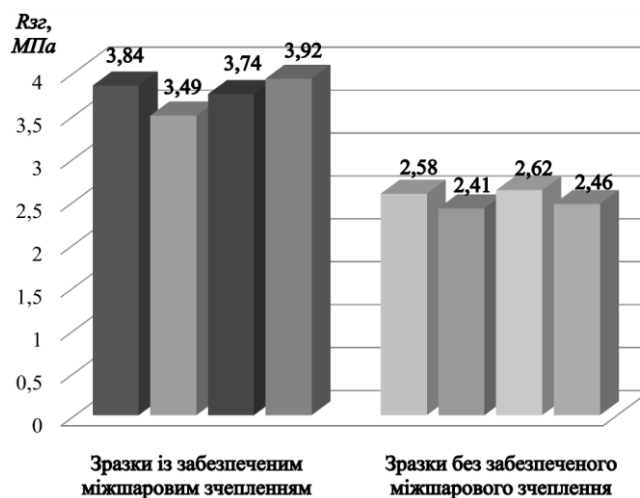


Рисунок 1 – Міцність на розтяг при згині випробувальних зразків  
Figure 1 – Tensile strength in bending of test specimens

У дослідженнях [5] було встановлено особливості напружено-деформованого стану тонкошарових покриттів. Відмічалось, що оцінка здатності тонких шарів підвищувати загальний модуль пружності при повному зчепленні з жорсткою основою зводиться максимум до 3% його збільшення, тоді як нежорстких — до 19%. Результат свідчив про необхідність перевірки жорсткості основи перед тим як влаштовувати тонкошарове покриття. Склад матеріалу і технологічні процеси повинні забезпечувати якомога більш високе співвідношення жорсткості шару та основи, щоб втрата довготривалої міцності наступала майже одночасно як на його поверхні, так і на підшві. Також було встановлено, що для забезпечення довговічності тонкошарового покриття необхідно забезпечити його надійне міжшарове зчеплення з поверхнею основи.

Широкі дослідження негативного впливу недостатнього зчеплення між монолітними шарами дорожнього одягу проводились і в роботі [6]. У цих дослідженнях констатується, що у практиці будівництва, і особливо експлуатації дорожніх одягів, не завжди вдається забезпечити надійне замоноличення шарів покриття та їх спільну роботу на контакті. В цьому випадку покриття може являти собою багатошарову систему з вільним зміщенням шарів на контактах, розрахункова схема для якої відрізняється від прийнятої нормативної. Небезпека розшарування покриття полягає, перш за все, в тому, що кожен шар працює на стиск-розтяг. При цьому величини радіальних напружень, які працюють на розтяг, зростають у порівнянні з розрахунковими, що призводить до появи мікротріщин і їх подальшого розвитку. Відмічається, що існує кілька об'єктивних причин, через які відбувається розшарування покриття:

1) На тріщиностійкість монолітні покриття перевіряються при температурі 0°C, коли матеріал досить міцний, але крихкий. Всі параметри пружності асфальтобетону в цей період мають практично максимальні значення, в тому числі і зчеплення між шарами. Тому розрив (розшарування) покриття не виникає. У літній же період при деякому підвищенні міцності основи, покриття «розігріваються», при цьому знижуються деформативні і міцнісні характеристики асфальтобетонів. За цих умов при зниженні параметрів міцності асфальтобетону, і перш за все зниженні зсувостійкості, цілком реальним стає розрив на контакті шарів, що провокує подальший розвиток тріщини.

2) Товстошарові або багатошарові покриття влаштовують з окремих шарів, часто з асфальтобетону різних типів і марок. Верхній шар повинен, як би, «приваритися» до нижнього, для чого можуть робити підgruntовку по нижньому шару. В обов'язковому порядку підgruntовка здійснюється при посиленні існуючих асфальтобетонних покриттів. У результаті таких технологічних операцій на контакті шарів утворюється тонкий граничний шар, вміст бітуму в якому більший ніж в основному масиві асфальтобетону. Характеристики міцності, в тому числі зсувостійкість асфальтобетону, в цьому випадку знижуються.

Зсувостійкість покриття відіграє головну роль при влаштуванні асфальтобетонних шарів, особливо у випадку його армування. Тому, в Європі, при використанні геосинтетичних матеріалів в

шарах дорожнього одягу, одним із головних є випробування на зріз асфальтобетонного керна по армуючому матеріалу.

Відповідно до німецького стандарту DIN 1996 T7 [7] зчеплення шарів асфальтобетонного покриття визначається за величиною опору зсуву керна діаметром 0,15 м, чисельне значення якого має становити не менше 15 кН. Загальний вигляд такого обладнання на момент проведення експерименту та схема навантаження представлені на рис. 2.

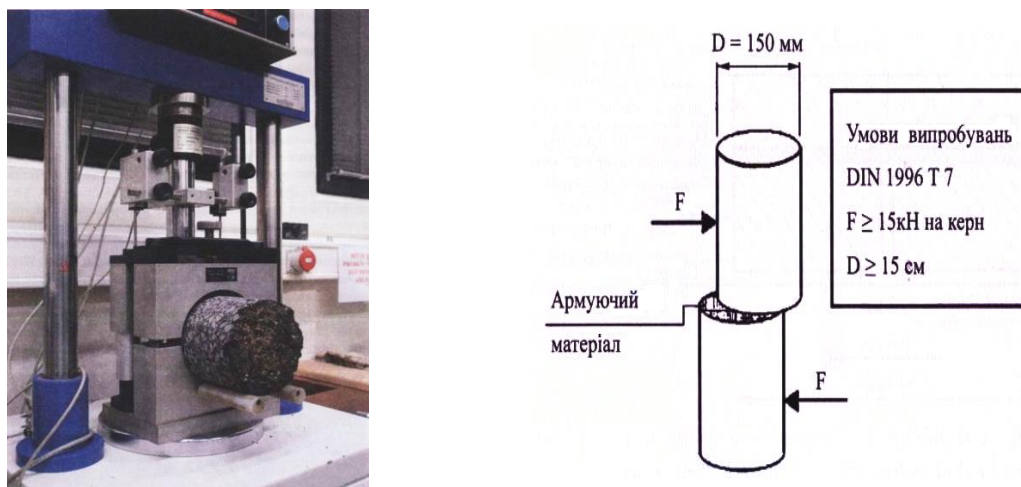


Рисунок 2 – Випробування керна з асфальтобетонного покриття на опір зсуву за стандартом DIN  
Figure 2 – Testing of a core from an asphalt concrete covering on shear resistance according to the DIN standard

Вимоги до опору асфальтобетонного керна зсуву також регламентуються нормативним документом FGSV Nr. 69 [8]. Керн з армованого плоскою просоченою бітумом полімерною георешіткою NaTelit показав в результаті лабораторних випробувань на зсувостійкість опір 26,27 кН по DIN 1996 T7. У разі зміни діаметра випробовуваного керна вимогу до мінімального значення опору зразка зсуву корелюють враховуючи пропорційність даного значення квадрату діаметра керна. При використанні NaTelit в якості армуючого матеріалу для асфальтобетону вимоги даного стандарту виконуються при дотриманні технологій укладання асфальтобетонної суміші і армуючого геосинтетичного матеріалу.

Методику дослідження на зсувостійкість на межі асфальтобетонних шарів при армуванні зразків різними матеріалами запропонували в Технологічному університеті м. Дельфт, Нідерланди [9]. Отримані за цією методикою результати дозволяють оцінити міцність на зсув зразків покриття як без армуючого геосинтетичного матеріалу так і з ним.

Розроблена закордонна методика чисельної оцінки зчеплення полягає в наступному. Попередньо в покритті акуратно робиться кільцевий надріз на глибину, що перевищує товщину асфальтобетону. Ця операція виконується з використанням керновідбірника при пониженій подачі коронки та підвищених витратах води для того, щоб не пошкодити керн. Якщо керн відривається у процесі свердління, то зчеплення досліджуваних шарів вважається незадовільним.

Після засвердлювання коронки на глибину більшу, ніж проектна товщина досліджуваних шарів (визначається за характерною зміною кольору пульпи або труднощах проходження засвердлювання) на керн встановлюється захват, який приєднується до попередньо відтарованого гідроциліндра. Повільно підвищується тиск у гідроциліндрі на забір штоку. За максимальним тиском в гідроциліндрі визначається зусилля в момент відриву керна. Схема такого випробування представлена на рис. 3.

Для вимірювання зусилля відриву асфальтобетонного керна за цією методикою необхідне обладнання:

- спеціальний цанговий захват керна  $\varnothing 97$  мм,
- гідроциліндр, шарнірно підвішений до триніги і з'єднаний із захватом,
- насосна станція із зразковим манометром для визначення тиску в гідроциліндрі.



Рисунок 3 – Оцінка зчеплення між шарами дорожнього одягу  
Figure 3 – Assessment of adhesion between layers of pavement

Виконані дослідження дозволили охарактеризувати міцність зчеплення шарів дорожнього одягу наступними значеннями:

- 1) до 15 кПа - окремі шари (відсутність зчеплення);
- 2) 15 - 50 кПа - розділяється на окремі частини при легкому ударі (недостатнє зчеплення);
- 3) 50 – 70 кПа – розділяється на окремі частини у лабораторії при нагріві (задовільне зчеплення для експлуатації покриття);
- 4) більше 70 кПа – розділення тільки при механічній дії в лабораторії (гарантоване зчеплення для експлуатації покриття в період терміну експлуатації).

Виходячи з цього, у випадку необхідності, посилаються на спосіб визначення зчеплення, що використовується в Німеччині, який показує величину опору зсуву. Але, як показала практика, лабораторії даним обладнанням не оснащені і не володіють цією методикою.

В Україні зчеплення асфальтобетонних шарів визначається нормативними документами [10-11]. Для перевірки якості асфальтобетону з конструктивних шарів дорожнього одягу відбирають проби у вигляді циліндричних зразків-кернів діаметром не менше ніж 100 мм, використовуючи керновідбірник, або у вигляді вирубки прямокутної форми розміром не менше ніж 0,25 м × 0,25 м та не більше ніж 0,5 м × 0,5 м, використовуючи наріжчик швів або мотоблок з алмазним кругом.

Проби відбирають для шарів з сумішей:

- асфальтобетонних гарячих, асфальтополімербетонних та щебенево-мастикових — не раніше ніж через 1 добу після їх влаштування;
- асфальтобетонних та асфальтополімербетонних холодних — не раніше ніж через 15 днів після їх влаштування.

Зразки-керни або вирубки відбирають на відстані (200 — 300) м від початку ділянки влаштованого шару та один від одного у поздовжньому напрямку, рівномірно по ширині влаштованого шару. Для ділянок невеликої довжини, що не забезпечує можливість відбирання не менше ніж трьох проб, зразки-керни або вирубки відбирають через рівні проміжки по всій ширині влаштованого шару.

За взятою пробною визначають якість зчеплення між конструктивними шарами дорожнього одягу.

Зчеплення вважають задовільним, якщо при вилученні проби з дорожнього одягу вона зберігає монолітність та не розділяється на окремі частини в місцях контактних поверхонь під час удару молотком масою близько 1 кг.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.**

Здійснено літературний огляд даних про існуючі аналітичні та еспериментальні методи оцінки зчеплення при зсуві між асфальтобетонними шарами та проведено аналіз факторів, що впливають на міжшарові дотичні напруження і деформації та призводять до втрати стійкості при зсуві на автомобільних дорогах України. За результатами проведених досліджень з урахуванням кліматичних умов та параметрів навантаження від сучасних транспортних засобів можна в подальшому виконати

обґрунтування параметрів оптимальної методики визначення якості зчеплення між асфальтобетонними шарами дорожнього одягу.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Левківська Л.В. Аналіз факторів впливу на міцність зчеплення між асфальтобетонними шарами дорожнього одягу / Л.В. Левківська, Д.М. Елаллак // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник. Вип. 109. 2021. С. 26 – 32.

2. Левківська Л.В. Дослідження причин передчасного руйнування дорожніх покриттів / Л.В. Левківська, Д.М. Елаллак // Proceeding of the 5th International scientific and practical conference — Priority directions of science and technology development (January 24-26, 2021) /Editor Komarytsky M. L. SPC —Sci-conf.com.ua, Kyiv, Ukraine. 2021. P 442 - 447.

3. Підвищення міцності і зсувостійкості асфальтобетонних шарів посилення на нежорстких дорожніх одягах / М.С. Стороженко, Н.С. Аринушкіна, Т.М. Грищенко // Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету. Харків: ХНАДУ, 2010. С. 155-159.

4. Минаков А.С. Влияние обеспеченности межслойного сцепления на прочность дорожных одежд нежесткого типа / А.С. Минаков, И.В. Кияшко // Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету. Харків: ХНАДУ, 2010. С. 112-115.

5. Гамеляк І.П. Чисельний аналіз напружено-деформованого стану тонкошарових покриттів дорожнього одягу / І.П. Гамеляк, О.Г. Островський // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник. Вип. 61. 2001. С. 118-126.

6. Гладкий А.В. Особливості розрахунку на міцність багатошарових покриттів і підсилення нежорсткого дорожнього одягу / А.В. Гладкий, В.Н. Ряпухін В.Н. // Дороги і мости: збірник наукових праць. Вип. 4. 2006. С.232-247.

7. DIN 1996 Teil 7. Prüfung von Asphalt. Bestimmung von Rohdichte, Raumdichte, Hohraumgehalt und Verdichtungsgrad. – Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 1992. 10 S.

8. Verwendung von Vliesstoffen, Gittern und Verbundstoffen im Asphaltstraßenbau. FGSV Arbeitspapier Nr. 2010. 14 S.

9. De Bondt A. H. Anti-Reflective Cracking Design of (Reinforced) Asphalt Overlays. — Delft: Delft University of Technology, 1999. 411p.

10. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань. – К.: ДП "УкрНДНЦ", 2017. – 71с.

11. СОУ 45.2-00018112-046:2009. Асфальтобетон дорожній. Методика оцінки зчеплення між асфальтобетонними шарами при зсуві. – К.: "УКРАВТОДОР", 2009. – 15с.

### REFERENCES

1. Levkivska, L.V. & Elallak, D.M. (2021). Analiz faktoriv vplyvu na mitsnist zchepлення mizh asfaltobetonny my sharamy dorozhnogo odiagy [Analysis factors affecting formation on the clutch durability between asphalt-concrete layers of road clothing] *Avtomobilni dorogy i dorozhnie budivnytstvo, Naukovo tekhnichniy zbirnyk – Automobile roads and road construction. Scientific and technical collection, 109, 26 – 32* [in Ukrainian].

2. Levkivska, L.V., & Elallak, D.M. (2021). Doslidzhennia prychnyn peredchasnogo ruynuvannia dorozhnikh pokryttiv [Investigation of the causes of premature destruction of road surfaces]. M. L. Komarytsky (Eds.), *Proceeding of the 5th International scientific and practical conference — Priority directions of science and technology development (January 24-26, 2021) /Editor Komarytsky M. L. SPC —Sci-conf.com.ua, Kyiv, Ukraine. 2021. P 442 - 447* [in Ukrainian].

3. Storozhenko, M.S., Arinushkina, N.S., & Grishchenko, T. M. (2010). Pidvyshchennia mitsnosti i zsvostiikosti asfaltobetonnykh shariv posylennia na nezhorstkukh dorozhnikh odiagakh [Increasing the strength and shear strength of asphalt concrete reinforcement layers on non-rigid road pavements]. *Proektuvannia, buivnytstvo i ekspluatatsia nezhorstkykh dorozhnikh odiagakh - Design, construction and operation of non-rigid road pavements: Proceeding of the International scientific and technical conference dedicated to the the 80th anniversary of KhNADU and the Faculty of Road Construction, (pp. 155-159). Kharkiv: KhNADU* [in Ukrainian].



4. Minakov, A.S., & Kiyashko, I.V. (2010). Vliyaniye obespechennosti mezhsloynogo stsepleniya na prochnost dorozhnykh odezhd nezhystkogo tipa [Influence of the provision of interlayer adhesion on the strength of non-rigid road pavements] Proektuvannia, buivnytstvo i ekspluatatsia nezhorstkykh dorozhnykh odiagakh - Design, construction and operation of non-rigid road pavements: Proceeding of the International scientific and technical conference dedicated to the the 80th anniversary of KhNADU and the Faculty of Road Construction, (pp. 112-115). Kharkiv: KhNADU [in Ukrainian].

5. Hameliak, I.P. & Ostroverkhyy, O.G. (2001). Chyselnyi analiz napruzhenno-deformovanogo stanu tonkosharovykh pokryttiv dorozhnogo odiagu [Numerical analysis of the stress-strain state of thin-layer pavements road clothes] *Avtomobilni dorogy i dorohnie budivnytstvo, Naukovo tekhnichniy zbirnyk – Automobile roads and road construction. Scientific and technical collection*, 61, 118-126 [in Ukrainian].

6. Gladkuy, A.V. & Riapukhin V.N. (2006). Osoblyvosti rozrakhunku na mitsnist bahatosharovykh pokryttiv i pidsylennya nezhorstkoho dorozhnoho odyahu [Features of calculating the strength of multi-ball pavements and strengthening of non-thinning pavement] *Roads and bridges: collection of scientific works*, 4, 232-247 [in Ukrainian].

7. DIN 1996 Teil 7. Priifung von Asphalt. Bestimmung von Rohdichte, Raumdichte, Hohiraumgehalt und Verdichtungsgrad. – Berlin: DIN Deut-schesInstitut fur Normung e. V. 1992. 10 S.

8. Verwendung von Vliesstoffen, Gittern und Verbundstoffen im Asphaltstraßenbau. FGSVArbeitspapierNr, 2010. 14 S.

9. De Bondt A. H. Anti-Reflective Cracking Design of (Reinforced) Asphalt Overlays. — Delft: Delft University of Technology, 1999. 411 p.

10. DSTU B B.2.7-319: 2016 *Sumishi asfaltobetonni i asfaltobeton dorozhniy ta aerodromnyy. Metody vyprobuvan* [Asphalt mixtures and asphalt concrete road and airfield. Test methods] Kyiv.: DP “UkrNDNC”, 2017. 71p.

11. SOU 45.2-00018112-046: 2009. *Asfaltobeton dorozhniy. Metodyka otsinky zcheplennia mizh asfaltobetonnyu sharamy pry zsuvi* [Asphalt concrete is road. Method of estimating adhesion between asphalt concrete layers during shear] Kyiv.: “Ukravtodor”, 2009. 15 p.

## РЕФЕРАТ

Левківська Л.В. Аналіз існуючих методів оцінки якості зчеплення між шарами дорожнього одягу / Л.В. Левківська, І.І. Гринчак, Д.М. Елаллак // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К.: НТУ, 2022. – Вип. 1 (51).

Дана стаття присвячена дослідженню питання оцінки якості зчеплення між асфальтобетонними шарами дорожнього одягу. Встановлено, що відсутність дійових методів та відповідного сучасного обладнання або приладів не дає можливості контролювати якість дорожньої конструкції та впливати на склад асфальтобетонної суміші при проектуванні дорожнього одягу з метою покращення її технічних характеристик.

Мета роботи – здійснити аналіз існуючих методів, приладів та обладнання оцінки якості зчеплення між асфальтобетонними шарами при зсуві в конструкції дорожнього одягу.

Методи дослідження – теоретичні та експериментальні.

Проведено аналіз факторів, що впливають на міжшарові дотичні напруження і деформації та призводять до втрати стійкості при зсуві на автомобільних дорогах України. Здійснено літературний огляд даних про існуючі аналітичні та експериментальні методи оцінки зчеплення при зсуві між асфальтобетонними шарами. За результатами проведених досліджень з урахуванням кліматичних умов та параметрів навантаження від сучасних транспортних засобів можна в подальшому виконати обґрунтування параметрів оптимальної методики визначення якості зчеплення між асфальтобетонними шарами дорожнього одягу і розробити автоматизований прилад для її визначення.

Результати роботи рекомендується використовувати для контролю якості при будівництві та експлуатації асфальтобетонних шарів дорожнього одягу. Сфера застосування - будівництво та експлуатація автомобільних доріг загального користування.

Соціально-економічна ефективність використання роботи полягає у підвищенні довговічності автомобільних доріг, що сприятиме зменшенню експлуатаційних витрат, підвищенню колієстійкості та безпеки дорожнього руху.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ДОРОЖНІЙ ОДЯГ, МІЦНІСТЬ, ЗЧЕПЛЕННЯ МІЖ ШАРАМИ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН, КЛІМАТИЧНІ УМОВИ, ТРАНСПОРТНІ НАВАНТАЖЕННЯ.

## ABSTRACT

Levkivska L.V., Hrynychak I.I., Elallak J.M. Analysis of existing methods for assessing the quality of adhesion between layers of roadwear . Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2022. – Issue 1 (51).

This article is devoted to the study of the quality of adhesion between the asphalt concrete layers of pavement. It is established that the lack of effective methods and appropriate modern equipment or devices does not allow to control the quality of the road structure and affect the composition of the asphalt mixture in the design of pavement in order to improve its technical characteristics.

The purpose of the work is to analyze the existing methods, devices and equipment for assessing the quality of adhesion between asphalt concrete layers during shear in the construction of pavement.

Research methods - theoretical and experimental.

The analysis of the factors influencing interlayer tangential stresses and deformations and leading to loss of stability at shift on highways of Ukraine is carried out. A literature review of data on existing analytical and experimental methods for estimating adhesion during shear between asphalt concrete layers has been carried out. Based on the results of research, taking into account climatic conditions and load parameters from modern vehicles, it is possible to further substantiate the parameters of the optimal method of determining the quality of adhesion between asphalt concrete layers of pavement and develop an automated device to determine it.

The results of the work are recommended to be used for quality control during the construction and operation of asphalt concrete layers of pavement. Scope - construction and operation of public roads.

Socio-economic efficiency of work is to increase the durability of roads, which will reduce operating costs, increase track stability and road safety.

**KEY WORDS:** ROAD CLOTHES, STRENGTH, ADHESION BETWEEN LAYERS, STRESS-STRAIN STATE, CLIMATE CONDITIONS, TRANSPORT LOADS.

### АВТОРИ:

Левківська Людмила Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри вищої математики, e-mail: l\_v\_g@ukr.net, тел. +380975475724, Україна, 01103, м. Київ, вул Бойчука, буд. 42, к.514, orcid.org/0000-0002-5589-5257.

Гринчак Ілона Іллівна, Національний транспортний університет, асистент кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: ilonaborovyk@ukr.net, +380969786226, Україна, 01103, м. Київ, вул Бойчука, буд. 42, к. 113, orcid.org/0000-0002-8382-3824

Елаллак Джафар Муса, аспірант, Національний транспортний університет, кафедра дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: jafarmoosa\_77@ukr.net, тел. +380668917124, Україна, 01103, Київ, вул. Бойчука 42, к. 113

### AUTHORS:

Levkivska Liydmyla Volodymyrivna, Ph.D., National Transport University, associate professor department of high mathematics, e-mail: l\_v\_g@ukr.net, тел. +380975475724, Ukraine, 01103, Kyiv, Boychuka str., 42, of. 514, orcid.org/0000-0002-5589-5257.

Hrynychak Iлона Illivna National Transport University, assistant professor department of road construction materials and chemistry, e-mail: ilonaborovyk@ukr.net, +380969786226, Ukraine, 01103, Kyiv, Boychuka str., 42, of. 113, orcid.org/0000-0002-8382-3824

Elallak Jafar Musa, graduate student, National Transport University, department of road construction materials and chemistry, e-mail: jafarmoosa\_77@ukr.net, тел. +380668917124, Ukraine, 01103, Kyiv, Boychuka str., 42, of. 113

### РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гайдайчук В.В., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна

Петрович В.В., кандидат технічних наук, професор кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, Київ, Україна

### REVIEWER:

Gaidaichuk V.V., Engineering (Dr.), Professor, Kiev National University of Construction and Architecture, Head of Department of Theoretical Mechanics, Kiev, Ukraine

Petrovych V.V., Ph.D., Professor department of transport construction and property management, National Transport University, Kiev, Ukraine