

Спеціалізована вчена рада  
Д 26.059.02 у Національному  
транспортному університеті  
01010, м. Київ,  
вул. М. Омеляновича-Павленка, 1  
Вченому секретарю Каськіву В.І.

### ВІДГУК

офіційного опонента, д.т.н., завідувача кафедри проектування доріг,  
геодезії і землеустрою Харківського Національного автомобільно-дорожнього  
університету Батракової А.Г. на дисертаційну роботу  
Гаркуші Миколи Васильовича  
«Удосконалення методу оцінки стійкості покриття нежорсткого  
дорожнього одягу до утворення колії»,  
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми

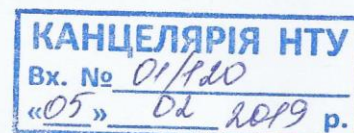
Дисертація виконана у Національному транспортному університеті  
Міністерства освіти і науки України.

Дисертаційна робота викладена українською мовою у двох томах:  
перший том – викладений на 186 сторінках та складається з вступу, 4 розділів,  
висновків, списку використаних джерел із 188 найменувань; другий том –  
викладений на 128 сторінках та містить 9 додатків.

#### **1. Актуальність теми дисертаційної роботи.**

Забезпечення нормативного техніко-експлуатаційного стану  
автомобільних доріг протягом терміну служби до капітального ремонту є  
найголовнішим завданням дорожній галузі України, яке повинне вирішуватися  
на усіх стадіях проектування, будівництва, ремонту та експлуатаційного  
утримання автомобільних доріг. Нажаль, на сьогодні, близько 51 %  
автомобільних доріг не відповідають нормативним вимогам щодо рівності  
покриття, в тому числі через колійність, яка становить близько 80 % від усіх  
деформацій. Особливої гостроти ця проблема набуває у зв'язку з істотними  
змінами у складі транспортного потоку у бік збільшення частки великовагових  
транспортних засобів, зростанням транспортного навантаження на дорожній  
одяг, стійкими тенденціями до підвищення температури повітря у літній період  
року. У таких умовах в асфальтобетонному шарі покриття відбувається стрімке  
накопичення пластичних деформацій у вигляді колії.

Науковими дослідженнями та практичним досвідом експлуатації  
автомобільних доріг з асфальтобетонним покриттям доведено, що найбільш  
ефективним є забезпечення стійкості до утворення колії ще на стадії  
проектування конструкції дорожнього одягу. Але використання типових



проектних рішень конструкцій нежорсткого дорожнього одягу не завжди забезпечує необхідну стійкість до утворення колії у процесі експлуатації, що пов'язано з не достатньою вивченістю комплексного впливу термореологічних властивостей асфальтобетону та укріплених шарів основи, режимів навантаження великовагових транспортних засобів за різних температурних умов зсувостійкість шарів асфальтобетонного покриття та основи.

Тому актуальність дослідження, що спрямоване на підвищення стійкості покриття до утворення колії, не викликає сумнівів. Таким чином, тема дисертаційної роботи, її мета та основні наукові завдання, що вирішені в процесі дослідження, а також напрямки практичної реалізації є актуальними та своєчасними.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Тема дисертації відповідає напрямам і завданням державних науково-технічних програм. Основні дослідження теоретичного і прикладного характеру виконані згідно з тематикою науково-дослідних робіт Національного транспортного університету та планами науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт Державного агентства автомобільних доріг України «Укравтодор», в рамках виконання 7 господарсько-договірних науково-дослідних робіт з проблем забезпечення стійкості до утворення колії та забезпечення зсувостійкості асфальтобетонного покриття.

**3. Мета і задачі** дослідження обґрунтовані і випливають з критичного аналізу попередніх досліджень за темою дисертації. **Метою** дисертаційної роботи є удосконалення методу оцінки стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії при дії вертикальних навантажень транспортних засобів за високих літніх температур. Відповідно до мети, автором дисертаційної роботи чітко та коректно сформульовано основні задачі дослідження.

Дисертаційна робота, висновки та публікації автора свідчать, що всі задачі, що визначені у дисертаційному дослідженні, вирішені успішно.

## **4. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій.**

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій наданих в дисертації, підтверджується: обґрунтованим обсягом теоретичних та експериментальних досліджень; застосуванням теорії в'язко-пружності; використанням апробованого математичного апарату при розрахунку глибини утворення колії в асфальтобетонному покритті; коректним застосуванням методів планування експерименту; використанням стандартизованих методик дослідження властивостей асфальтобетонів; застосуванням вимірювального обладнання, що відповідає задачам експериментальних досліджень, і сучасних

методів обробки результатів вимірювань. Моделі, що розроблені у дисертації, фізично обґрунтовані, а математичні перетворення виконані коректно.

#### **5. Наукова новизна отриманих результатів** полягає у:

- встановленні залежності, що пов'язує глибину колії в асфальтобетонному покритті нежорсткого дорожнього одягу з рецептурно-структурними, конструктивними, технологічними, кліматичними та транспортними факторами, що дозволяє здійснювати кількісну оцінку стійкості покриття до утворення колії;

- вдосконаленні методу оцінки стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії, що дозволяє враховувати комплексну дію основних факторів з урахуванням термо-в'язко-пружно-пластичних властивостей матеріалу;

- розвитку методів: визначення термо-в'язко-пружно-пластичних показників властивостей асфальтобетону, що необхідно для здійснення розрахунків з прогнозування утворення колії на покритті; стендових досліджень асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу на утворення колії, що дозволяє оцінити її зміноутворення в залежності від рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних, кліматичних та транспортних факторів.

Сукупність отриманих результатів становить основу методу оцінки стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії при дії вертикальних навантажень транспортних засобів за високих літніх температур.

#### **6. Практична значимість роботи** полягає у

- розробленні практичної методики з підвищення стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії із застосуванням рецептурно-структурних, конструктивних і технологічних способів на всіх етапах життєвого циклу покриття: проектування складу асфальтобетонних сумішей та контролю якості їх складових; проектування конструкції нежорсткого дорожнього одягу; технології приготування асфальтобетонних сумішей та влаштування покриття;

- удосконаленні методики розрахунку в літній період на стійкість до зсуву ґрунту земляного полотна, зернистих та слабозв'язаних матеріалів конструкцій дорожнього одягу нежорсткого типу для підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття;

- удосконаленні технології приготування ґрунтових, ґрунтово-піщаних, щебенево-піщаних та щебених сумішей, оброблених мінеральним, органічним або комплексним в'язучим;

- розробленні заходів з контролювання властивостей асфальтобетонної суміші при її виготовленні, транспортуванні, укладанні та ущільненні, з метою підвищення стійкості покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії;

- розробленні низки нормативно-технічних документів.

### **7. Повнота реалізації результатів дисертаційного дослідження.**

Результати дисертаційного дослідження знайшли відображення у 7 нормативно-технічних документах дорожньої галузі. За результатами дослідження розроблено типові конструкції нежорсткого дорожнього одягу підвищеної довговічності з урахуванням різних категорій автомобільних доріг та кліматичних умов; розроблено вимоги до матеріалів асфальтобетонного покриття та параметрів його конструкції; розроблено та впроваджено рекомендації щодо будівництва, реконструкції та капітального ремонту автомобільних доріг України.

Результати наукових досліджень впроваджено у навчальний процес Національного транспортного університету

**8. Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на 8 національних та міжнародних конференціях і семінарах та наукових конференціях професорсько-викладацького складу Національного транспортного університету.

Вважаю, що результати дослідження пройшли широку апробацію, яка відповідає вимогам МОН України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

**9. Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.** Дисертація є завершеним науковим дослідженням. Основні положення результати дисертаційного дослідження з вичерпною повнотою відображені у 18 друкованих публікаціях, у тому числі: 9 статей опубліковано у наукових фахових виданнях України, серед яких 2 одноосібних статті; у зарубіжних наукових виданнях опубліковано 1 статтю; 6 праць апробаційного характеру з них 3 одноосібні; 2 свідоцтва, що підтверджують право інтелектуальної власності.

Кількість та якість наукових публікацій за темою дисертації відповідає вимогам МОН України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

### **10. Оцінка змісту дисертації**

Аналіз змісту дисертації дозволяє оцінити її як закінчене самостійне наукове дослідження, яке містить достовірні обґрунтовані наукові та практичні результати щодо оцінки стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого

дорожнього одягу до утворення колії при дії вертикальних навантажень транспортних засобів за високих літніх температур.

Структура дисертації побудована логічно відповідно до мети та задач дослідження. Викладення основного матеріалу дисертації, наукових положень, результатів та висновків логічне та аргументоване.

Використання матеріалів інших авторів здійснюється з обов'язковим посиланням на наукові праці.

Мова, стиль та структура дисертації відповідають загальноприйнятому в наукових роботах.

Зміст та обсяг вступної частини дисертації та автореферату ідентичні.

**Вступ** висвітлює актуальність теми дослідження, її зв'язок з науковими програмами, мету і задачі виконаних досліджень, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, апробацію основних положень дослідження.

**У першому розділі дисертації** проведено аналіз причин утворення колії при експлуатації асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу на автомобільних дорогах, що дозволило зробити висновок про необхідність проведення досліджень, що спрямовані на визначення залишкових деформацій асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу, удосконалення методів розрахунку дорожніх конструкцій, а також використання сучасних матеріалів, технологій будівництва. Дисертантом виконано огляд існуючих теоретичних та експериментальних методів прогнозування залишкових деформацій, способів підвищення стійкості до утворення колії в асфальтобетонному покритті. За результатами проведеного аналізу встановлено необхідність врахування реологічних характеристик матеріалів конструкції, часу дії навантаження, величини навантаження, температури матеріалів для визначення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії, що дозволило сформулювати мету та завдання дослідження.

**У другому розділі дисертації** наведено основні теоретичні положення та аналітичні залежності з прогнозування утворення колії в асфальтобетонному покритті нежорсткого дорожнього одягу.

Для оцінки залишкових деформацій на поверхні асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу була розглянута задача з визначення переміщень в шаруватому в'язко-пружньо-пластичному напівпросторі при русі транспортних засобів. Для її вирішення запропонована розрахункова схема роботи асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу від дії транспортних засобів для визначення залишкових деформацій, у якій розглядається формування колії через накопичення залишкових деформацій при дії навантаження транспортних засобів та високої літньої температури в асфальтобетонних шарах покриття та в шарах основи нежорсткого дорожнього

одягу. Такій підхід разом із залученням теоретичних положень накопичення та прогнозування залишкових деформацій у асфальтобетонному шарі та шарах основи дозволив авторові дисертації отримати аналітичну залежність для прогнозування глибини утворення колії в покритті нежорсткого дорожнього одягу від дії циклічного вертикального навантаження транспортних засобів при високих літніх температурах, яка враховує термо-в'язко-пружно-пластичні властивості асфальтобетону, параметри вертикального навантаження та зміну температури матеріалу шарів. Для оцінки стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії запропоновано умову граничного стану.

**У третьому розділі дисертації** наведено результати експериментальних досліджень параметрів розрахункової моделі, що розроблено у другому розділі дисертації, а саме: визначено розрахункові термореологічні характеристики асфальтобетонів та укріплених ґрунтів, міцність зчеплення між асфальтобетоном та основою при зсуві. Подано результати лабораторних, стендових та натурних досліджень впливу різних факторів на утворення залишкових деформацій у вигляді колії з метою вивчення їх закономірностей, а також наведено чисельний аналіз впливу різних факторів на інтенсивність утворення колії в асфальтобетонному покритті нежорсткого дорожнього одягу.

За результатами експериментальних досліджень впливу рецептурно-структурних факторів на підвищення стійкості до утворення колії в асфальтобетоні, підтверджено можливість підвищення зсувостійкості асфальтобетону шляхом регулювання зернового складу, властивостей бітумних в'язучих. Зроблено висновок, що використання асфальтобетонів на бітумах, модифікованих полімерами, підвищує стійкість до утворення колії асфальтобетонного покриття до 60 %.

За результатами натурних та стендових досліджень встановлено залежність утворення глибини колії в асфальтобетонному покритті на різних конструкціях нежорсткого дорожнього одягу від впливу рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних, кліматичних та транспортних факторів.

Чисельний аналіз напружено-деформованого стану конструкцій дорожнього одягу дозволив обґрунтувати можливість підвищення стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії через застосування: у верхньому та нижньому шарі покриття асфальтобетону на бітумі модифікованому полімером (при їх кількості до 5 %); укріпленого шару основи та раціонального конструювання дорожнього одягу.

Сукупність отриманих результатів забезпечує працездатність теоретичної розрахункової моделі та дозволяє розробити практичні методи забезпечення

стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії в умовах сумісної дії вертикального транспортного навантаження та високих літніх температур.

**Четвертий розділ** дисертації присвячено розробленню практичних методик та рекомендацій з підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії через рецептурно-структурні, конструктивні та технологічні заходи. Автором розроблено методику розрахунку щодо підвищення стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії; сформульовано вимоги до матеріалів основи і земляного полотна, властивостей асфальтобетонної суміші та асфальтобетону; розроблено методичні вказівки для приготування ґрунтових, ґрунтово-піщаних, щебенево-піщаних та щебених сумішей, оброблених мінеральним, органічним або комплексним в'язучим.

У **Додатках** наведено існуючі критерії та методи оцінки стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії, які не увійшли до основного тексту дисертації; методики та результати експериментальних досліджень; конструкції нежорсткого дорожнього одягу; приклади розрахунку за удосконаленою методикою оцінки стійкості асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії; документи, що підтверджують впровадження результатів дисертаційного дослідження та список публікацій здобувача за темою дисертації.

**Автореферат ідентично відображає** основний зміст і основні положення дисертаційної роботи, оформлений відповідно до вимог п. 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (у редакції від 06.09.2016 р.).

### **Загальні зауваження по змісту та суті дисертаційної роботи.**

1 Не можна погодитися з висновком автора (розділ 1), що існуючі лабораторні та стендові експериментальні дослідження не достатньо відображають фактичні умови роботи покриття, а саме вплив транспортних факторів на утворення колії в асфальтобетонному покритті. Якщо під терміном «транспортні фактори» розуміється режим прикладання навантаження та величина навантаження, то саме результати стендових випробувань конструкцій дорожніх одягів вважаються найбільш надійними. У 4 розділі автор використовує саме ці результати для перевірки адекватності теоретичних рішень.

2. За текстом дисертації не зрозуміло, як враховувався режим прикладання навантаження саме великовагових транспортних засобів. У чому полягають особливості? Яке навантаження використовувалося в

експериментальних дослідженнях та як воно співвідноситься з навантаженням від великовагових транспортних засобів?

3. У п. 2.4 при визначенні загальної глибини колії (2.22) враховуються, в тому числі, залишкові деформації в асфальтобетонному шарі та висота випорів колії. Випор колії є фактично результатом накопичення залишкових деформацій. Як пов'язані між собою ці два доданка рівняння 2.22? Зазначимо також, що теоретичне визначення висоти випору колії відноситься до задач, складність яких перевершує всі попередні.

4. При визначенні модуля пружності зернистих матеріалів для моделі був обраний щебінь (рис. 3.2). Для проведення такого випробування з заданою точністю необхідно досягти щільності моделі, яка буде виключати осідання. Як проводилося ущільнення щебеню та як перевірявся коефіцієнт ущільнення? Як досягалася вологість щебеню 12 % та як вона вимірювалася (рис. 3.38)?

5. У дослідженні теоретичні моделі враховують вплив пневматичного колеса на покриття, тоді як оцінка стійкості асфальтобетонів до утворення колії (п. 3.5.2) проводилася для металевого колеса (рис. 3.11). Як співвідносяться між собою ці результати? Було б доцільним навести порівняльні результати глибини колії в асфальтобетоні, випробуваному на різних коліємірах: від дії огумленого, пневматичного та металевого коліс і проаналізувати вплив виду коліс на інтенсивність накопичення залишкових деформацій в асфальтобетонному зразку.

6. Для перевірки адекватності розробленої автором математичної моделі використане рішення А.К. Приварнікова (стор. 133) при розрахунку переміщень у конструкції дорожнього одягу. Необхідно довести правомірність порівняння моделі, що базується на емпіричних залежностях та експериментально отриманих даних, з точним рішенням теорії пружності.

7. У дисертації (п. 3.5) виконується числове моделювання напружено-деформованого стану асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу. Якщо при температурі  $+10^{\circ}\text{C}$  з певною мірою припущень асфальтобетон можна вважати абсолютно пружним тілом, то як обґрунтовується застосування теорії пружності до розрахунку напружено-деформованого стану конструкції при температурі  $+60^{\circ}\text{C}$ ?

8. За текстом дисертації зустрічаються орфографічні помилки та деякі стилістичні недоліки.

### **Заключний висновок**

Відзначені зауваження не є визначальними та не зменшують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи, що подана до захисту.

1. Тема дисертаційного дослідження, основні теоретичні та експериментальні положення, що виносяться до захисту дозволяють зробити



висновок про відповідність дисертаційної роботи Гаркуші М.В. паспорту спеціальності 05.22.11 – «автомобільні шляхи та аеродроми», зокрема, пункту восьмому напрямків досліджень «Конструювання, розрахунок дорожніх і аеродромних покриттів».

2. Дисертаційна робота Гаркуші М.В. є завершеною науковою працею, виконаною автором самостійно, містить нові значущі для науки та практики науково-обґрунтовані результати, що у сукупності вирішують важливу науково-практичну задачу – удосконалення методу оцінки стійкості покриття нежорсткого дорожнього одягу до утворення колії.

3. Матеріал, що наведений в дисертації, за актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, об'ємом і глибиною експериментальних та теоретичних досліджень задовольняє вимогам п.п 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» № 567 від 24 липня 2013 р. (у редакції від 06.09.2016 р.).

4. Основні результати дисертації з вичерпною повнотою викладені в опублікованих наукових працях автора, пройшли широку апробацію та практичну перевірку.

На підставі вищевикладеного вважаю, що автор дисертації Гаркуша Микола Васильович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – «Автомобільні шляхи та аеродроми».

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри проектування доріг,  
геодезії і землеустрою Харківського  
національного автомобільно-дорожнього  
університету, д-р техн. наук, доцент

А.Г. Батракова

