

Спеціалізована вчена рада  
Д 26.059.02 при Національному  
транспортному університеті  
01010, м. Київ, вул. Суворова, 1  
Вченому секретарю Каськіву В.І.

## ВІДГУК

офіційного опонента, д.т.н., завідувача кафедри вишукувань та проектування доріг і аеродромів Харківського Національного автомобільно-дорожнього університету Батракової А.Г. на дисертаційну роботу  
Онищенко Артура Миколайовича  
«Наукові основи підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах»,  
поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми

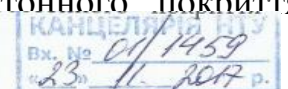
Дисертація виконана у Національному транспортному університеті Міністерства освіти і науки України.

Дисертаційна робота викладена українською мовою у двох томах: перший том – викладений на 394 сторінках та складається з вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 522 найменувань; другий том – викладений на 212 сторінках та містить 8 додатків.

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

Дисертацію присвячено вирішенню важливої наукової проблеми забезпечення нормативного техніко-експлуатаційного стану транспортних споруд протягом терміну служби та подовження їх залишкового ресурсу в частині, що стосується підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах. На даний час близько 12 % автодорожніх мостів мережі автомобільних доріг загального користування знаходяться у незадовільному техніко-експлуатаційному стані та потребують ремонту, 59 % автодорожніх мостів не відповідають нормативним вимогам, фактичний термін служби покриття автодорожніх мостів істотно менше нормативних значень. Збитки держави від незадовільного стану мережі автомобільних доріг загального користування та автодорожніх мостів досягають близько 4 % валового внутрішнього продукту через зростання витрат на передчасні ремонтні роботи, зниження швидкості руху, зростання збитків від дорожньо-транспортних пригод та собівартості перевезень.

Однім з найпоширеніших видів деформацій асфальтобетонного покриття залізобетонних автодорожніх мостів є колія, яка погіршує умови руху та призводить до передчасного руйнування покриття. Незважаючи на досить велику кількість досліджень, що спрямовані на вирішення проблеми колієутворення, їх переважна більшість стосується покриття дорожнього одягу на земляному полотні. Істотні відмінності у температурному режимі, режимі транспортного навантаження, напружено-деформованому стані асфальтобетонного покриття



автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїжджої частини обмежують практичне застосування методів, що розроблені для покриття дорожнього одягу на земляному полотні. Зазначимо також, що залишаються відкритими питання систематизації причин утворення колії, розроблення методів випробування асфальтобетонів на колієутворення, методів розрахунку стійкості до утворення колії асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини.

Зазначені факти змушують переглянути підходи до вирішення проблеми забезпечення стійкості асфальтобетонного покриття автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїжджої частини до утворення колії, а саме спрямувати дослідження на забезпечення проектної надійності покриття, підвищення його стійкості до деформацій та попередження руйнувань ще на стадії проектування, враховуючі конструктивні, рецептурно-структурні, технологічні, кліматичні, транспортні та експлуатаційні фактори. Отже, потреби практики, обмеженість теоретичних, експериментальних та практичних методів з прогнозування утворення колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини створюють об'єктивні передумови для розвитку **актуального й практично значущого** напрямку - **розроблення наукових основ** підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини.

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: «Транспортна стратегія України на період до 2020 року», «Концепція Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування на 2013-2018 роки». Основні дослідження теоретичного і прикладного характеру виконані згідно з тематикою науково-дослідних робіт, що виконувались кафедрою дорожньо-будівельних матеріалів і хімії Національного транспортного університету та планами науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт Державного агентства автомобільних доріг України «Укравтодор», в рамках виконання 12 господарсько-договірних науково-дослідних робіт з проблем забезпечення стійкості до утворення колії та забезпечення зсувостійкості асфальтобетонного покриття.

**3. Мета і задачі** дослідження обґрунтовані і впливають з критичного аналізу попередніх досліджень за темою дисертації. **Метою** дисертаційної роботи є розроблення наукових основ підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини при дії вертикальних навантажень від пневматичних коліс транспортних засобів за високих літніх температур.

Для досягнення цієї мети, автор дисертаційної роботи сформулював та успішно розв'язав такі задачі:

- провести аналіз: умов роботи асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах, існуючих теоретичних та експериментальних методів прогнозування утворення колії;

- розробити математичну модель прогнозування утворення колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини від дії вертикальних навантажень пневматичних коліс транспортних засобів при високих літніх температурах та розробити метод розрахунку стійкості покриття до утворення колії;

- удосконалити метод визначення температури асфальтобетонного покриття в смузї накату на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини, з урахуванням впливу взаємодії пневматичних коліс з покриттям при їх коченні;

- розробити методи та провести експериментальні лабораторні та стендові дослідження впливу рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних і кліматичних, транспортних та експлуатаційних факторів на стійкість асфальтобетонного покриття до утворення колії.

- експериментально встановити: параметри термов'язкопружнопластичних властивостей асфальтобетону; характеристики утворення колії; температуру асфальтобетонного покриття в смузї накату; міцність зчеплення між асфальтобетоном та залізобетонною основою при зсуві;

- встановити закономірності впливу різних факторів на інтенсивність утворення колії в асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини;

- розробити практичні методики з підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини та оцінити їх техніко-економічну ефективність.

Дисертаційна робота, висновки та публікації автора свідчать, що всі задачі, що визначені в 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 фундаментальних положень механіки деформованого твердого тіла та тепломасообміну, методів статистичного аналізу; використанням апробованого математичного апарату при розрахунку глибини утворення колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини від дії вертикальних навантажень пневматичних коліс транспортних засобів при високих літніх температурах; коректним застосуванням методів планування багатфакторного експерименту; використанням стандартизованих методик дослідження властивостей асфальтобетонів; застосуванням необхідного вимірювального обладнання і сучасних методів обробки результатів вимірювань.

Моделі прогнозування глибини колії у асфальтобетонному покритті фізично обґрунтовані. Математичні перетворення виконані коректно. Для побудови та

дослідження моделей оцінки та прогнозування глибини колії автор застосовує спрощення та наближення, що є виправданими та фізично обґрунтованими. На користь достовірності результатів, що отримані в дисертаційній роботі, свідчить задовільний рівень збіжності результатів теоретичних і експериментальних досліджень.

Отримані в роботі залежності глибини колії в асфальтобетонному покритті на жорсткій основі залежно від температури, швидкості руху та вертикального навантаження фізично не суперечливі.

**5. Наукова новизна отриманих результатів** міститься у постановці наукової проблеми підвищення стійкості до утворення колії асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини, що ґрунтується на:

- розробленні нової класифікації причин утворення колії на асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини, що дозволило більш повно врахувати внутрішні (рецептурно-структурні, конструктивні, технологічні) і зовнішні (кліматичні, транспортні, експлуатаційні) фактори при розробці математичної моделі та методу прогнозування утворення колії;

- новому методі розрахунку стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах, що дозволяє врахувати комплексну дію факторів і причин з урахуванням термов'язкопружнопластичних властивостей матеріалу;

- вперше визначеної закономірності утворення колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини від впливу рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних та кліматичних, транспортних, експлуатаційних факторів, що дозволяє здійснювати кількісну оцінку глибини колії;

- розробленні регресійної залежності для прогнозування показника стійкості асфальтобетону до утворення колії в залежності від кількості прикладань навантажень, їх величини, температури та характеристик матеріалу, що дозволяє регулювати параметри внутрішніх з урахування заданих зовнішніх факторів;

- удосконаленому критерію міцності зчеплення при зсуві між асфальтобетонним покриттям і жорсткою залізобетонною основою автодорожнього мосту, що надає можливість оцінити якість гідроізоляційних матеріалів;

- удосконаленому методі оцінки довговічності асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини, з урахуванням впливу водоморозних факторів та параметрів навантаження на порушення суцільності асфальтобетону, що надає можливість підвищувати стійкість асфальтобетонного покриття до утворення колії без утворення дефектів у вигляді тріщин;

- удосконаленій математичній моделі прогнозування утворення колії на асфальтобетонному покритті, що відображає термов'язкопружнопластичні

властивості матеріалу, вплив комбінації причин утворення колії від внутрішніх факторів та параметрів циклічного навантаження;

- удосконаленому методі визначення температури в смузі накату асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини, що дозволяє врахувати додаткове нагрівання покриття за рахунок його взаємодії із пневматичними колесами транспортних засобів;

- удосконаленому методі дослідження асфальтобетону на утворення колії в лабораторних умовах, що дозволяє оцінювати зміну утворення колії в залежності від швидкості кочення колеса та його середнього тиску на поверхню.

Отримали подальший розвиток:

- метод визначення термов'язкопружньо-пластичних показників властивостей асфальтобетону, необхідний для здійснення розрахунків при прогнозуванні утворення колії на покритті;

- метод визначення рецептурно-структурних параметрів асфальтобетону підвищеної стійкості до утворення колії, з метою обґрунтованого вибору складу асфальтобетону.

Таким чином, в дисертації розроблено та реалізовано новий теоретико-експериментальний підхід до забезпечення стійкості асфальтобетонного покриття автодорожніх мостів з залізобетонною плитою проїзної частини до утворення колії, заснований на залученні феноменологічного підходу до вивчення коліє утворення у асфальтобетонному покритті; систематизації факторів, що впливають на утворення колії; науково обґрунтованих закономірностях утворення колії в асфальтобетонному покритті від впливу рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних та кліматичних, транспортних, експлуатаційних факторів; експериментально-визначених параметрах теоретичних моделей. Сукупність отриманих результатів створює наукові основи підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах з залізобетонною плитою проїзної частини.

**6. Практична значимість роботи** полягає у вирішенні важливої наукової проблеми забезпечення нормативних техніко-експлуатаційних показників стану асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах в частині підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах з залізобетонною плитою проїзної частини. Практична значимість дисертації забезпечується практичними методиками з підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини із застосуванням рецептурно-структурних, конструктивних і технологічних способів на всіх етапах життєвого циклу покриття, а саме:

- експериментального визначення параметрів математичної моделі з прогнозування утворення колії в асфальтобетонному покритті;

- підбору складу асфальтобетону підвищеної стійкості до утворення колії;

- експериментального визначення міцності зчеплення між асфальтобетонним покриттям, гідроізоляційним матеріалом і залізобетонною основою при зсуві;

- лабораторної оцінки стійкості асфальтобетону до накопичення залишкових

- пластичних деформацій;
- експериментальних випробувань для оцінки стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на бетонній основі кільцевого стенду;
  - контролювання процесу модифікації полімерами бітуму нафтового дорожнього з використанням лабораторної лопатевої мішалки;
  - оцінки експлуатаційної стійкості асфальтобетону до утворення колії на асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини;
  - техніко-економічної оцінки ефективності заходів з підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії.

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

Результати дисертаційного дослідження з достатньою повнотою відображені у 13 нормативно-технічних документах дорожньої галузі. За результатами дослідження розроблено типові конструкції асфальтобетонного покриття підвищеної довговічності для застосування на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини, з урахуванням різних категорій автомобільних доріг та кліматичних умов; розроблено та впроваджено рекомендації щодо будівництва, реконструкції та капітального ремонту асфальтобетонного покриття на 17 автодорожніх мостах України.

Результати наукових досліджень впроваджено в навчальний процес Національного транспортного університету

Результати дисертаційного дослідження можуть бути використані органами та підприємствами, що належать до сфери управління Державного агентства автомобільних доріг України та комунального підпорядкування, при проектуванні, будівництві, реконструкції та експлуатаційному утриманні асфальтобетонного покриття автодорожніх мостів з залізобетонною плитою проїзної частини; а також при підготовці бакалаврів і магістрів зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**8. Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на 13 національних та міжнародних конференціях і семінарах, а саме: міжнародна науково-технічна конференція, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету «Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів» (Харків, 2010 р.); міжнародна конференція «Новые дороги России» (Сарато, 2011 р.); «Современные тенденции и направления строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений» (Мінськ, 2012 р.); міжнародна науково-практична конференція «Сучасні комп'ютерно-інноваційні технології проектування, будівництва, експлуатації автомобільних доріг і аеродромів» (Харків, 2012 р.); «Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузі» (Луцьк, 28 – 31 травня 2012 р.); «Сучасні методи і технології, будівництва та експлуатації інженерних споруд на автомобільних дорогах» (Київ, 2013 р.); 16-та конференція молодих вчених «Наука – майбутнє Литви» (8 травня 2013 року, Вільнюс, Литва); 8-ма

міжнародна наукова конференція «TRANSBALTICA» (9 – 10 травня 2013 року, Вільнюс, Литва); 17-та конференція молодих вчених «Наука – майбутнє Литви» (8 травня 2014 року, Вільнюс, Литва); XII міжнародна Всеросійська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія і науково-технічний прогрес. Урбаністика» (21 листопада 2014 року, Пенза, Росія); міжнародний форум з будівництва, експлуатації та проектування автомобільних доріг і мостів «Автодорекспо» (№№ 12 – 14, Київ – 2014 – 2016 рр.), а також 12 наукових конференцій професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету №№ 62 – 73 в 2006 – 2017 рр.

Вважаю, що результати дослідження пройшли широку апробацію, яка відповідає вимогам ДАК 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 55 друкованих публікаціях, у тому числі: 2 монографії; 11 статей у закордонних виданнях, у тому числі 7 одноосібних; 19 статей опубліковано у фахових виданнях України, у тому числі 10 одноосібних, 14 праць апробаційного характеру з них 4 одноосібні; 3 свідоцтва та 6 патентів.

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

## **10. Оцінка змісту дисертації**

Дисертація складається з вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 522 найменувань, 8 додатків та містить 137 рисунків, 34 таблиці. Дисертацію викладено на 343 сторінках основного тексту.

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.

Дисертаційна робота викладена українською мовою. 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, наукову гіпотезу та наукову ідею дослідження, мету і задачі виконаних досліджень, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, апробацію основних положень, представлення роботи у фахових публікаціях з визначенням особистого внеску здобувача, структуру та обсяг дисертаційної роботи.

**У першому розділі дисертації** детально висвітлено наукову проблему, на вирішення якої спрямовано дисертаційне дослідження, розглянуто стан проблеми та передумови дослідження. Дисертантом досить детально проаналізовано сучасні уявлення щодо причин виникнення колії у асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини. Встановлено, що сучасні уявлення щодо причин утворення колії зводяться до оцінки впливу навантаження на покриття та параметрів навантаження; температурного режиму роботи покриття; такого типу вибір асфальтобетонної суміші, який знижує або повністю виключає ризик утворення колії в процесі експлуатації покриття.

Докладний аналіз попередніх досліджень щодо критеріїв і методів оцінки стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії дозволив авторів дисертації зробити висновок, що дослідження носять розрізнений характер, математичні моделі та методи з прогнозування утворення колії в покритті не в повній мірі враховують комплексну дію термов'язкопружнопластичних властивостей асфальтобетону та внутрішніх і зовнішніх факторів. Переважаюча більшість досліджень спрямована на вивчення таких зовнішніх факторів впливу як кількість прикладань вертикального навантаження та сонячна радіація, та внутрішніх факторів, що визначаються термореологічними властивостями асфальтобетону. При цьому не враховуються такі зовнішні фактори як температура в смузі накату, що залежить не тільки від сонячної радіації, але й від інтенсивності руху транспортних засобів. Проведений критичний аналіз дозволив авторів дисертаційного дослідження зробити висновок про відсутність адекватного методу оцінки колієстійкості асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах, який на стадії проектування та під час його експлуатації враховував особливості конструкції дорожнього одягу з урахуванням термореологічних властивостей асфальтобетону та параметрів впливу транспортного і кліматичного факторів. З другого боку, незважаючи на масштабні дослідження у пошуку оптимального складу та оптимальної гранулометрії асфальтобетону, що дозволяють забезпечити стійкість покриття до утворення колії, питання забезпечення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах при високих літніх температурах залишається відкритим.

Проведений критичний аналіз стану проблеми підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини дозволив авторів дисертації обґрунтувати актуальність та місце наукового дослідження в загальній системі знань, сформулювати мету та завдання дослідження.

**У другому розділі дисертації** наведено основні теоретичні положення та аналітичні залежності для прогнозування глибини утворення колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини з урахуванням спільного впливу температури та дії пневматичних коліс транспортних засобів.

Автором визначено основні фактори, що впливають на стійкість асфальтобетонного покриття до утворення колії, та сформульовано причини утворення колії у асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах із



залізобетонною плитою проїзної частини, що дозволило авторів дисертації розробити класифікацію видів колії в одно та двошаровому асфальтобетонному покритті та проаналізувати можливі варіанти сполучення комбінованого впливу рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних, кліматичних, транспортних і експлуатаційних факторів.

Для розроблення математичної моделі прогнозування глибини колії автором дисертації науково обґрунтовано постановку задачі. На першому етапі визначено необхідність врахування пружно-в'язко-пластичних особливостей асфальтобетону під навантаженням. Проведений аналіз пружно-в'язко-пластичних властивостей асфальтобетону, що проявляються під дією навантаження, аналіз розподілу напружень за глибиною та зміни деформаційних характеристик асфальтобетону при зростанні температури, дозволили авторів дисертації перейти до заміни асфальтобетонного шару шаром ґрунту як еквівалентного за властивостями середовища. Така заміна надала змогу у якості передумов розроблення математичної моделі прогнозування глибини колії в асфальтобетонному покритті використовувати методи теорії Джонсона К. та Ішлінського О.Ю., що розроблені для ґрунтів та добре апробовані. Обґрунтування розрахункової схеми роботи асфальтобетонного покриття на мостах з точки зору його колієстійкості проведено для найбільш несприятливих умов появи колії – при підвищеній температурі. Це дозволяє зробити висновок про обґрунтованість та коректність постановки задачі.

Дуже важливим серед концептуальних положень з прогнозування утворення колії в асфальтобетонному покритті є застосування феноменологічного підходу, якій бере за основу поведінку модельованих об'єктів як результат дії деякого внутрішнього процесу, суть якого приблизно зрозуміла, але не визначена з певним рівнем точності. Феноменологічний підхід є досить зручним інструментом щодо прогнозування поведінки складних композитних матеріалів, оскільки дозволяє надати кількісну прогнозну оцінку, не потребує точного знання структури та внутрішніх процесів у модельованих об'єктах.

Такий підхід дозволяє прогнозувати зовнішні прояви дії навантаження та температури у вигляді колії на асфальтобетонному покритті.

Використання рішення Ішлінського О.Ю. щодо глибини колії після одноразового проходу колеса, застосування методів квазіпружної апроксимації у вирішенні в'язкопружних задач на основі відомих пружних рішень (метод Р. Шепері) та в'язкопружнопластичних задач, у дисертації розроблені математичні моделі прогнозування тиску, за якого не буде утворюватись колія, а також отримано рівняння прогнозування глибини колії на асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів після багаторазового проїзду пневматичних коліс транспортних засобів. Дана математична модель дозволяє прогнозувати утворення колії в асфальтобетонному покритті, що опирається на жорстку залізобетонну основу від різного часу дії циклічного вертикального навантаження пневматичних коліс транспортних засобів при високих літніх температурах, яка включає в себе параметри термов'язкопружнопластичних властивостей асфальтобетону, що визначаються на основі експериментальних методів.

Використання методичних підходів М.В. Немчінова щодо розрахунку температури покриття різної шорсткості при ковзанні заблокованого пневматичного колеса дозволило удосконалити метод визначення температури асфальтобетону в смузі накату з урахуванням впливу сонячної радіації та взаємодії пневматичних коліс з покриттям при їх коченні. Для прогнозування глибини колії в асфальтобетонному покритті на залізобетонних автодорожніх мостах в дисертації запропоновано встановлення параметрів розрахункових навантажень. Сукупність отриманих результатів складає прогнозу модель глибини колії під дією транспортного навантаження та температурного впливу.

**У третьому розділі дисертації** параметри моделі розрахунку стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини, що отримані у другому розділі.

Для оцінювання стійкості асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини запропоновано умову граничного стану, яка перевіряється за сумарною залишковою деформацією у вигляді колії, накопиченою за розрахунковий строк служби асфальтобетонного покриття.

Визначення температурного поля у покритті пропонується проводити залежно від впливу сонячної радіації, довгохвильового випромінювання атмосфери та самого покриття, конвекційної теплопередачі між покриттям та середовищем. При цьому використовуються як рівняння теплопровідності, так й залежності температури покриття від сонячної радіації та кількості прикладань навантаження, що отримані у другому розділі. Згідно запропонованої автором дисертації методики, розрахунок кількості прикладань навантаження проводиться з урахуванням добової нерівномірності руху, часу дії навантаження та режимів навантаження, що запропоновані автором дисертації у другому розділі.

Сукупність отриманих результатів дозволила розробити методику розрахунку глибини колії у асфальтобетонному покритті, що враховує вплив комбінації причин її утворення, а також номограми, що дозволяють з мінімальними вихідними даними прогнозувати глибину колії для асфальтобетонів типу Б та ЩМА-20.

**У четвертому розділі** наведено результати експериментальних досліджень утворення колії на асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів і представлено результати та аналіз лабораторних, стендових, натурних випробувань з урахуванням комплексного впливу рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних, експлуатаційних факторів, а також наведено методи, що дозволяють встановлювати фізичні, деформаційні (накопичення залишкових деформацій у вигляді колії) та міцнісні характеристики матеріалів покриття, що є складовою методу розрахунку колієстійкості асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах.

Дисертантом виконано широкомасштабні натурні дослідження асфальтобетонного покриття автодорожніх мостів – обстежено 3806 мостів на автомобільних дорогах державного значення та 1110 мостів на автомобільних дорогах місцевого значення. У натурних дослідженнях визначалася температура

у смузї накату та розподіл температури за глибиною у шарах асфальтобетонного покриття.

Експериментальні дослідження асфальтобетонів асфальтобетони (стандартні) піщані і дрібнозернисті асфальтобетони (тип Г, В, Б, А), щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА) та асфальтобетон литий (ЛА) на бітумах дорожніх марок БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130 та бітумах, модифікованих полімерами марок: БМПА 40/60-57, БМПА 60/90-53, що модифіковані полімерами – термоеластопластами, тер полімерами. Метою експериментальних досліджень були: оцінка стійкості різних складів асфальтобетонів до утворення колії на лабораторному коліємірі; оцінка впливу міцності зчеплення між асфальтобетонними шарами та міцності зчеплення між асфальтобетонними шарами і гідроізоляцією бетонної основи при зсуві за високих температур на стійкість до утворення колії; порівняльні випробування на кільцевому стенді різних варіантів конструкцій на цементобетонній основі дорожнього одягу.

За результатами експериментальних досліджень підтверджено підвищення стійкості асфальтобетонів до утворення колії за рахунок регулювання зернового складу, властивостей бітумних в'язучих, отримано експериментальні залежності глибини колії від режимів навантаження та конструктивно-технологічних факторів, запропоновано метод визначення коефіцієнту бокового деформування, визначено функції релаксації та деформації асфальтобетонів. За результатами випробувань конструкцій на міцність зчеплення при зсуві встановлено, що незабезпечене зчеплення істотно впливає на глибину колії у асфальтобетонному покритті. Результати експериментальних досліджень утворення колії на асфальтобетонному покритті дозволили підтвердити обґрунтованість висунутих у дисертаційній роботі припущень.

**П'ятий розділ** присвячено встановленню залежностей між рецептурно-структурними, конструктивними, технологічними та експлуатаційними параметрами і глибиною колії в асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини.

За результатами виконаних досліджень автором дисертації отримано кореляційну залежність між максимальною глибиною колії та вмістом щебеню у складі асфальтобетону, навантаженням, швидкістю руху та температурою покриття; надано ранжирування факторів впливу, за результатами якого найбільш впливовим фактором є температура покриття. Отримана прогнозна регресійна модель дозволяє проаналізувати вплив різних факторів на зміну вихідного параметру. За результатами моделювання впливу різних факторів на глибину колії здійснений чисельний аналіз впливу температури, швидкості руху та товщини асфальтобетонного покриття на глибину колії в покритті для асфальтобетонів різного складу.

**У шостому розділі** дисертації автором запропоновано методичні підходи та практичні методики підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії. Встановлено вимоги до в'язучих, заповнювачів для приготування асфальтобетонних сумішей та вимоги до властивостей асфальтобетонної суміші та асфальтобетону з метою підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії. Розроблено методику та алгоритм проектування асфальтобетонного

покриття на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини, стійкого до утворення колії, метод розрахунку міцності зчеплення при зсуві між асфальтобетонним покриттям та залізобетонною плитою проїзної частини автодорожнього мосту, методику оцінки впливу рівня невідповідності структурно-технологічних факторів на стійкість асфальтобетону до утворення колії, Методику встановлення мінімально допустимої температури ущільнення асфальтобетонної суміші при влаштуванні покриття, методику визначення показника розшарування щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші від термінів її зберігання і транспортування.

У **Додатках** автором надано аналіз зарубіжного досвіду забезпечення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії, методи обробки експериментальних даних; методика визначення коефіцієнта відновлення загальної глибини колії на автодорожніх мостах, оцінку достовірності результатів теоретичних положень. Визначено економічну ефективність результатів дисертаційного дослідження. У додатках автором дисертації наведено 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 і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами).

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

1. У дисертаційному дослідженні запропоновано методи забезпечення зчеплення між асфальтобетонними шарами покриття та між покриттям та залізобетонною плитою як одного з вагомих факторів забезпечення стійкості покриття до утворення колії, однак не наведено яким чином визначтеся наявність (або відсутність) зчеплення між шарами у процесі експлуатації покриття. У даному випадку було б доречно скористатися як розробками ХНАДУ, що стосуються дефектоскопії дорожніх одягів методами георадарної діагностики, так й методами тепловізійного контролю, які, за певних умов, дозволяють вирішувати цю задачу.

2. У дисертації розглядається вплив вертикального навантаження від пневматичних коліс транспортних засобів на глибину та інтенсивність утворення колії. Така постановка задачі узгоджується з відомими результатами досліджень, які доводять, що на напруження у дорожній конструкції впливають, в першу чергу, вертикальне навантаження, категорія дороги і температура в конструкції. Разом з тим, істотний вплив на утворення колії здійснюють й горизонтальні зсувні напруження, що виникають при розгоні та гальмуванні, та при температурі понад 40<sup>0</sup> С призводять до інтенсивного утворення колії. Бажано було врахувати дію горизонтальних зусиль від пневматичних коліс транспортних засобів, тим більш, що у класифікації режимів навантаження (табл. 2.3, стор. 126) автор розглядає режим гальмування.

3. За текстом дисертації автор визначає експериментально отримані залежності як «закономірності». Зазначимо, що закономірності відображують найбільш загальні, сталі зв'язки між процесами або явищами та спираються на закони. Тому бажано розмежувати ці поняття. Аналогічне зауваження стосується термінів «прогнозування глибини колії» та «прогнозування утворення колії», оскільки у першому випадку прогнозується параметр, у другому – процес.

4. При розробленні моделі температурного впливу на глибину колії автором введено додатковий нагрів від тертя шин, якій залежить як від стану покриття, протектору шини, швидкості, режиму руху та інших параметрів. Автором доведено підвищення температури асфальтобетону у колії на  $2,5^{\circ}\text{C}$  -  $3^{\circ}\text{C}$ . Для більш наочної демонстрації значимості цього впливу бажано було навести величину, на яку зростає глибина колії з урахуванням нагріву від тертя шин при певній кількості прикладань навантаження та визначити, при якій інтенсивності руху цей фактор набуває максимальної значимості.

5. При визначенні розрахункової інтенсивності руху з урахуванням повторності навантаження (2.31) використовується величина коефіцієнта повторності навантажень як  $K_{нов} = 0,47$ . Слід було зазначити, що ця величина не є постійною та залежить від ширини проїзної частини.

6. У дисертації введено поняття гранично-допустимої глибини колії за умовою небезпеки для руху. Необхідно було додати пояснення або відповідні посилання, як визначалася ця величина для різних категорії автомобільних доріг (таблиця 3.2, ф-ла 3.8).

7. Для прогнозуванні глибини колії в залежності від інтенсивності руху та навантаження пропонується використовувати лінійну залежність (3.13), яку отримано за результатами апроксимації. У дисертації не наведено, які вихідні дані (експериментальні або розрахункові) були апроксимовані цією залежністю та як вона отримана. У роботі необхідно було надати відповідні коментарі.

8. У якості експлуатаційних заходів щодо зниження темпів утворення колії в асфальтобетонному покритті за високих літніх температур автором пропонується вводити обмеження руху транспортних засобів з максимальним навантаженням на одиночну вісь 7 т при температурі  $25^{\circ}\text{C}$ . Ці пропозиції наближуються до норм Білорусі та Казахстану. Бажано було надати відповідне обґрунтування, оскільки на даний час в Україні діють інші норми щодо температура повітря, при якій вводиться обмеження руху транспортних засобів.

### **Заключний висновок**

Відзначені зауваження стосуються, переважно, характеру подачі матеріалу дисертаційної роботи, не стосуються постановки задач та методів їх вирішення, не є визначальними й тому не впливають на загальну високу оцінку роботи.

1. Тема дисертаційного дослідження, основні теоретичні та експериментальні положення, що виносяться до захисту дозволяють зробити висновок про відповідність дисертаційної роботи Онищенко А.М. паспорту спеціальності 05.22.11 – «автомобільні шляхи та аеродроми», зокрема, пункту восьмому напрямків досліджень «Конструювання, розрахунок дорожніх і

аеродромних покриттів», пункту десятому напрямків досліджень «Теорія і методи проектування штучних споруд на автомобільних шляхах».

2. Дисертаційна робота Онищенко А.М. є завершеною науковою працею, виконаною автором самостійно, містить нові значущі для науки та практики науково-обґрунтовані результати, що у сукупності вирішують важливу наукову проблему забезпечення нормативного техніко-експлуатаційного стану транспортних споруд протягом терміну служби та подовження їх залишкового ресурсу в частині, що стосується підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах.

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, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами).

4. Дисертаційна робота виконана на високому науково-технічному рівні, містить значущі для науки та практики результати, які можуть бути використані підприємствами, що належать до сфери управління Державного агентства автомобільних доріг України та комунального підпорядкування, при проектуванні, будівництві, реконструкції та експлуатаційному утриманні дорожніх одягів нежорсткого типу на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини.

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

6. Автореферат відображує основний зміст дисертації. Зміст автореферату та основних положень дисертації ідентичні. Оформлення автореферату відповідає вимогам п. 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами).

7. Вважаю, що автор дисертації Онищенко Артур Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – «Автомобільні шляхи та аеродроми».

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, доцент,  
завідуючий кафедри вишукувань та проектування  
доріг і аеродромів Харківського національного  
автомобільно-дорожнього університету

*Підпис А.Г. Батракова і  
засвідчую.*

*А.Г. Батракова*



*В.О. Божомо.*