

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу «Наукові основи підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах», представлену Онищенко Артуром Миколайовичем на здобуття вченого ступеню доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми

Дисертація, яка подана на відгук, складається із переліку умовних позначень і термінів, вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і 8 додатків. Повний обсяг дисертації складає 343 сторінки основного тексту, на яких розміщено 137 рисунків, 34 таблиці, список використаних джерел із 522 найменувань та 8 додатків на 212 сторінках.

Актуальність роботи. Зв'язок роботи з науковими програмами.

Робота є актуальною, тому що останніми роками у зв'язку зі зростанням параметрів транспортних навантажень та аномально високими літніми температурами, значного розповсюдження набули дефекти на асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів у вигляді колії. Утворення колії призводить як до зменшення довговічності самого покриття, так і до погіршення безпеки дорожнього руху, зокрема умов маневрування транспортних засобів під час руху, що у свою чергу не дозволяє повною мірою забезпечити комфортне та безпечне перевезення пасажирів і вантажів, а також впливає на зниження пропускної здатності мостів та, в цілому, автомобільних доріг.

Відповідно створення наукових основ з підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини є актуальною науковою задачею.

Основні дисертаційні 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 господарсько-договірних науково-дослідних робіт: ««Дослідити вплив конструкційних і технологічних факторів та матеріалів на колієстійкість асфальтобетонного покриття при випробуванні на кільцевому стенді від дії великовантажних транспортних засобів» (державний реєстраційний № 0111U003963), «Провести стендові дослідження та розробити рекомендації з застосування асфальтобетону, армованого мікрОВОлокнами» (державний реєстраційний № 0109U008351), «Розробити стандарт організації України на метод визначення розрахункових модулів пружності дорожньо-



будівельних матеріалів (згідно з ВБН В.2.3-218-186-2004)» (державний реєстраційний № 0109U007696), «Розробити рекомендації з підвищення зсувостійкості асфальтобетонного покриття на бетонних та залізобетонних основах» (державний реєстраційний № 0111U005559), «Провести дослідження та розробити методика розрахунку асфальтобетонного покриття залізобетонних автодорожніх мостів на довговічність» (державний реєстраційний № 0114U00645), «Провести моніторинг, дослідити утворення тріщин і залишкових деформацій в асфальтобетонних покриттях мостів та розробити альбом типових конструкцій мостового полотна» (державний реєстраційний № 0114U001880), «Розробка методики проектування дорожнього покриття підвищеної довговічності із щебенево-мастикового асфальтобетону» (державний реєстраційний № 0109U002153), «Забезпечення зсувостійкості асфальтобетонного покриття на мостах» (державний реєстраційний № 0109U002153), «Розробка технології будівництва довговічних асфальтобетонних шарів із теплого асфальтобетону, виготовленого з використанням твердих вуглеводнів» (державний реєстраційний № 0112U000140), «Розроблення вимог до асфальтобетону, направлених на розширення будівельного сезону при будівництві автомобільних доріг» (державний реєстраційний № 0113U000301), «Підвищення тріщиностійкості та колієстійкості асфальтобетонного покриття автомобільних доріг і вулиць за рахунок застосування інноваційних технологій» (державний реєстраційний № 0114U005141), «Підвищення довговічності асфальтобетонного покриття на мостах за рахунок застосування полімерних модифікаторів» (державний реєстраційний № 0113U000301).

Основні наукові результати ті їх новизна. Положення наукової новизни роботи викладені стисло та конкретно. Найбільш важливі результати наукової новизни роботи вважаємо, насамперед, наступні:

вперше розроблена класифікація 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;

вперше розроблений метод 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 визначена закономірність 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;

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

удосконалено критерій міцності зчеплення при зсуві між асфальтобетонним покриттям і жорсткою залізобетонною основою автодорожнього мосту, що дає можливість оцінити якість гідроізоляційних матеріалів;

удосконалено метод 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 дає можливість підвищувати стійкість асфальтобетонного покриття до утворення колії без утворення дефектів у вигляді тріщин;

удосконалено математичну модель прогнозування утворення колії на асфальтобетонному покритті, що відображає термов'язкопружнопластичні властивості матеріалу, вплив комбінації причин утворення колії від внутрішніх факторів та параметрів циклічного навантаження;

удосконалено метод 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;

удосконалено метод 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 методи визначення термов'язкопружнопластичних показників властивостей асфальтобетону, необхідний для здійснення розрахунків при прогнозування утворення колії на покритті;

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

Теоретичне і практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що розроблений метод розрахунку стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної

частини, від дії вертикальних навантажень пневматичних коліс транспортних засобів, що дозволяє враховувати комплексну дію основних факторів, а саме: термов'язкопружнопластичні властивості асфальтобетону; температуру асфальтобетону; вертикальний тиск на покриття пневматичних коліс при проїзді транспортних засобів; інтенсивність прикладання вертикальних навантажень; час дії навантажень. Розроблені для практичного застосування методи та методики: проектування асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини підвищеної стійкості до утворення колії; підбору складу асфальтобетону підвищеної стійкості до утворення колії; вимоги до матеріалів асфальтобетонного покриття та параметрів його конструкції на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини; - 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; рекомендації щодо будівництва, реконструкції та капітального ремонту асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах України.

Розроблені окремі положення нормативів галузевого та державного рівнів, а також рекомендації щодо будівництва, реконструкції та капітального ремонту асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах.

Результати дисертаційного дослідження успішно застосовувалися в реальних умовах при будівництві, реконструкції та капітальному ремонті асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах України.

Результати дослідження також використовуються в навчальному процесі Національного транспортного університету при підготовці фахівців за напрямом «Будівництво та цивільна інженерія».

Апробація основних теоретичних і практичних результатів дисертації на підприємствах та в організаціях підтверджується відповідними актами про впровадження.

Все вищезазначене підтверджує достовірність і практичну значимість отриманих результатів.

У першому розділі розглянуто та проаналізовано роботи з вивчення впливу різних факторів на асфальтобетонне покриття автомобільних доріг та мостів,

існуючих конструктивних рішень, технологій і матеріалів для підвищення довговічності покриття. Виконано аналіз як вітчизняних так і закордонних дослідників з розв'язку проблем деформування та утворення колії в матеріалах дорожніх одягів та асфальтобетонних покриттях від дії пневматичних коліс транспортних засобів та режимів їх роботи.

Показано, що причини та види утворення колії на асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини вивчено недостатньо. Існуючі 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. На практиці відомі розрахункові методи прогнозування утворення колії на асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини не в повній мірі враховують такі фактори, як зміну температури в смузі накату від інтенсивності транспортних засобів, термореологічні властивості асфальтобетону, інтенсивність руху великовагових транспортних засобів. Це практична проблема потребує створення наукових основ з підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини.

Зауваження до розділу 1

1.1. Бажано було б глибше проаналізувати реологічні моделі взаємодії колеса з середовищем, що могло дозволити повніше розглянути процеси вертикальних і горизонтальні переміщення в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах від дії навантаження транспортних засобів при високих температурах.

У *другому розділі* наведено основні теоретичні положення та аналітичні залежності з прогнозування утворення колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини. Сформульовано основні причини виникнення колії в асфальтобетонному покритті на автодорожніх мостах. Розроблено класифікацію видів колії в одно- та двошаровому асфальтобетонному покритті та проаналізовано можливі варіанти сполучення комбінованого впливу факторів та причин, 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.

Зауваження до розділу 2

2.1. Розроблена математична модель не враховує власних коливань прогонових конструкцій мосту, які також можуть впливати на процес утворення колії на

асфальтобетонному покритті при русі транспортних засобів з різним навантаженням.

У *третьому розділі* описано розроблений метод розрахунку стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини, в основі якого використано теоретичні положення та аналітичні залежності, що отримані у другому розділі. Запропоновано умову граничного стану показника стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії, яка перевіряється за сумарною залишковою пластичною деформацією у вигляді колії, накопиченою за розрахунковий строк служби асфальтобетонного покриття. Тобто утворена за розрахунковий строк служби максимальна глибина колії в асфальтобетонному покритті не повинна перевищувати граничного значення. Також наведено послідовність методу розрахунку утворення колії на асфальтобетонному покритті складається з таких етапів: визначення температури асфальтобетону в смузі накату з урахуванням впливу сонячної радіації та взаємодії пневматичних коліс транспортних засобів з асфальтобетонним покриттям при їх коченні за виразом; визначення фактичної сумарної кількості прикладання навантажень, яка базується на запропонованих параметрах режимів вертикального навантаження від дії пневматичних коліс транспортного засобу; визначення розрахункової глибини колії за математичною моделлю, визначення загальної глибини колії з урахуванням вихідних даних; визначення максимальної глибини колії; перевірка умови.

Зауваження до розділу 3

3.1. На рисунку 3.1 наведено результати чисельного аналізу з прогнозування утворення колії на асфальтобетонному покритті різних типів і видів, але у відповідності ДСТУ Б В.2.7-119 асфальтобетон типу Г не застосовується у якості покриття автодорожніх мостів.

3.2. Не обґрунтовано, чому глибина колії в покритті пов'язується з інтенсивністю і дією навантаження саме лінійним рівнянням, а не залежністю більш складного типу.

У *четвертому розділі* розроблено експериментальні методи 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 та експлуатаційних факторів. Проведено натурні дослідження та проаналізовано відомі результати сучасних обстежень, у тому числі бази даних АЕСУМ, з метою вивчення причин та закономірностей утворення колії. Досліджено вплив рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів на утворення колії в

асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини. Визначені параметри термов'язкопружнопластичних властивостей асфальтобетону, характеристики колієутворення, температуру асфальтобетонного покриття в смузї накату, міцність зчеплення між асфальтобетоном та залізобетонною основою при зсуві. Одержані порівняльні результати випробування асфальтобетонів.

Зауваження до розділу 4

4.1. Не зрозуміло як виявлено кореляцію між кільцевим стендом на жорсткій основі та покриттям на автодорожніх мостах, тобто як забезпечено фізичну подібність під час дослідження?

4.2. Рисунок 4.15 є тривіальним, тому що містить лише вигляд загальновідомого приладу (аналогічно з рисунком 4.28).

4.3. Розділ перевантажено однотипними рисунками 4.41-4.68. Для зручності аналізу краще було їх поєднати в групи.

У н'ятому розділі проаналізовано закономірності впливу різних факторів на інтенсивність утворення колії в асфальтобетонному покритті автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини. Наведено результати експериментального та чисельного аналізу впливу різних факторів на утворення колії в асфальтобетонному покритті, на основі яких були встановлені основні закономірності залежності глибини колії від рецептурно-структурних, конструктивних, технологічних та експлуатаційних параметрів, з метою розробки ефективних методів підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії.

На основі результатів випробувань отримано регресійну залежність для прогнозування показника стійкості асфальтобетону до утворення колії в залежності від кількості прикладань навантажень, їх величини, температури та характеристик матеріалу, що дозволяє направлено регулювати внутрішні параметри з урахування заданих зовнішніх факторів. Результати досліджень підтвердили відповідність загально прийнятим у світовій практиці уявленням про позитивний вплив модифікації бітуму полімерами. Доведено, що модифікація бітуму полімерами при їх кількості до 5 % дозволяє зменшити глибину колії до 50%. Для прогнозування глибини колії на асфальтобетонному, встановлені експериментальні параметри термов'язкопружнопластичних характеристик асфальтобетону та здійснено чисельний аналіз впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на її утворення. Також встановлені закономірності впливу температури, швидкості руху та товщини асфальтобетонного покриття на утворення колії в покритті для асфальтобетонів різного складу.

Зауваження до розділу 5

5.1. Відповідно до теми дисертації корисніше було би з використанням отриманої поліноміальної моделі вибирати асфальтобетони з мінімальною глибиною колії при значеннях тиску і температури, близьких до максимальних значень.

У шостому розділі наведено практичні розробки з підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини із застосуванням рецептурно-структурних, конструктивних і технологічних способів, основні з яких наведені нижче. Розроблено методику проектування асфальтобетонного покриття підвищеної стійкості до утворення колії та алгоритм послідовності проектування. Розроблений метод розрахунку міцності зчеплення при зсуві між асфальтобетонним покриттям та залізобетонною плитою проїзної частини автодорожнього мосту. Наведено методику оцінки впливу рівня невідповідності структурно-технологічних факторів вимогам 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. Обґрунтовані конструкції покриття підвищеної довговічності для застосування на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини з урахуванням різних категорій автомобільних доріг та кліматичних умов. Розроблено рекомендації щодо будівництва, реконструкції та капітального ремонту, асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах України. Результати наукових досліджень знайшли застосування при розробці 18 нормативних документів для проектування, будівництва, реконструкції, ремонту та експлуатації асфальтобетонних покриттів на автодорожніх мостах України. Оцінена економічний ефект від впровадження результатів наукових досліджень досягається підвищенням у 1,7 – 2,3 рази розрахункового строку служби асфальтобетонних покриттів автодорожніх мостів із залізобетонною плитою проїзної частини, а також зменшенням фінансових витрат у 1,2 рази на їх поточні ремонти та експлуатаційне утримання.

Зауваження до розділу 6

6.1. Не зрозуміло з таблиці 6.1, чому прийнято вимогу граничного значення глибини колії для досліджуваних асфальтобетонів 5 мм, а не 15 мм як наведено в інших літературних джерелах.

У додатках наведено відомості щодо зарубіжний досвіду підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії, а також існуючі критерії та методи їх оцінки, наведено розглянуто 52 можливі такі комбінації

видів колії в одно - та двошаровому асфальтобетонному покритті; методи обробки і результати експериментів; здійснено оцінку достовірності результатів теоретичних положень; доведена адекватність математичних моделей на основі співставлення теоретичних розрахунків з результатами експериментальних випробувань; приклади методів розрахунку стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах з урахуванням зазначених факторів; економічна ефективність застосування дисертаційних досліджень; довідки та акти впровадження; список опублікованих праць.

Зауваження до загальних висновків:

Загальні висновки до роботи практично не містять числових даних про отримані технічні ефекти та рекомендовані фізико-механічні характеристики покриттів з підвищеною стійкістю до утворення колії на автомобільних мостах.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій. Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані у дисертації, є логічними, науково обґрунтованими і достовірними. Достовірність основних положень, висновків та рекомендацій забезпечується: використанням фундаментальних законів деформованого твердого тіла, зокрема теорій пружності, пластичності, термов'язкопружності; логічністю вибору методів та методик дослідження, коректним використанням сучасних програмних комплексів; відповідним обсягом експериментальних досліджень і повторних вимірювань у дослідах, які задовольняють заданій точності та надійності; задовільним рівнем збіжності результатів теоретичних і експериментальних досліджень; результатами натурного моделювання інтенсивності утворення колії в асфальтобетонному покритті на кільцевому стенді ДП «Дорожній контроль якості»; результатами натурного спостереження стану асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах із залізобетонною плитою проїзної частини.

Публікації за темою дисертації. Дисертаційна робота достатньо висвітлена в науково метричних та у фахових виданнях України. За темою дисертації опубліковано 55 наукових праць, включаючи: 2 монографії; 11 статей у закордонних виданнях (в тому числі, тих що входять до міжнародних наукометричних баз даних Index Copernicus, eLibrary), у тому числі 7 одноосібних; 19 статей опубліковано у фахових виданнях України, у тому числі 10 одноосібних, 3 свідоцтва та 6 патентів.

Апробація роботи. Дисертаційна робота має достатню апробацію. Автор доповідав результати досліджень на 14 міжнародних науково-технічних конференціях.

Відповідність автореферату змісту дисертації. Автореферат дисертації оформлений відповідно до чинних вимог п.13 «Порядку присудження наукових

ступенів», що затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567 (із змінами). Він містить всі необхідні елементи, які повністю відображають основні структурні частини дисертації, в ньому викладено основну суть здійснених наукових досліджень, наведено основні результати, приведені висновки та список основних публікацій автора. Матеріал викладено в науковому стилі, логічно та послідовно. Зміст автореферату є ідентичним основному змісту дисертації та опублікованим роботам.

Редакційний аналіз. Дисертація є науковим рукописом з логічною і чіткою структурою, написаним професійною мовою, має доречне розбиття на розділи та параграфи. Дисертація ретельно оформлена і належним чином проілюстрована, але дещо перевантажена зайвими подробицями проведених дослідів.

Висновок. Дисертаційна робота Онищенка Артура Миколайовича за темою «Наукові основи підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах» є завершеним науковим дослідженням, в якому отримані нові рішення важливої наукової проблеми.

Дисертаційна робота за напрямом досліджень та отриманими результатами відповідає паспорту спеціальності 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми, зокрема наступним пунктам: теоретичні основи і методи проектування, реконструкції, експлуатації автомобільних шляхів та аеродромів; методи оцінки, діагностики експлуатаційного стану дорожніх і аеродромних покриттів; конструювання, розрахунок дорожніх і аеродромних покриттів.

За актуальністю, науковим рівнем, практичним впровадженням, кількістю та якістю публікацій дисертація відповідає вимогам пп. 9, 10, 12-14 Постанови Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 «Порядок присудження наукових ступенів», стосовно докторських дисертацій, а її автор Онищенко Артур Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми.

Офіційний опонент, д.т.н., проф.

А.В. Мішутін

Підпис завідувача кафедри автомобільних доріг і аеродромів Одеської державної академії будівництва та архітектури, заслуженого діяча науки і техніки України, доктора технічних наук, професора Андрія Володимировича засвідчую.

Начальник відділу кафедри ОДАБА
22 листопада 2017 р.



/ Боровіна Л.П./