

ВІДГУК

Сідуна Юрія Володимировича

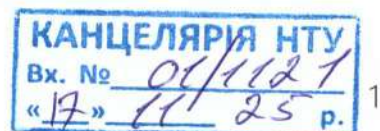
офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента кафедри автомобільних доріг та мостів інституту будівництва, інфраструктури та безпеки життєдіяльності Національного університету «Львівська політехніка» на дисертаційну роботу **Зеленовського Володимира Анатолійовича** на тему **«Метод оцінки довговічності асфальтобетонного дорожнього покриття на транспортних спорудах»**, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Робота виконана в Національному транспортному університеті, Міністерства освіти і науки України.

Актуальність теми досліджень.

Сучасний розвиток транспортної інфраструктури України потребує підвищення надійності та довговічності дорожніх покриттів, зокрема на транспортних спорудах. Питання прогнозування їхнього строку експлуатування в умовах інтенсивних транспортних навантаж, дії кліматичних змін, а також взаємодії матеріалів конструкції з навколишнім середовищем є надзвичайно важливими. У зв'язку з цим тема дисертації Зеленовського В.А. «Метод оцінки довговічності асфальтобетонного дорожнього покриття на транспортних спорудах» є актуальною та своєчасною.

У практиці проєктування та експлуатування асфальтобетонних дорожніх покриттів із застосуваннями епоксидних складових відсутні науково обґрунтовані методи оцінки довговічності, здатних комплексно враховувати вплив навантажень, температурних коливань, вологи, а також фізико-механічних характеристик сумішей. Більшість існуючих підходів орієнтовані на класичні дорожні покриття, тоді як робота покриття на транспортних спорудах має свої специфічні умови — жорсткіші деформаційні режими, більші градієнти температур на поверхні та



високі динамічні напруження. Вирішення такої науково-технічної задачі безпосередньо впливає на економічну ефективність будівництва та експлуатування транспортних споруд, надійність транспортних систем, а також на безпеку руху.

Дисертаційне дослідження Зеленовського В.А. спрямоване на створення методу оцінки довговічності епоксидного асфальтобетонного дорожнього покриття на транспортних споруд, який дозволяє врахувати вплив дії комплексу факторів. Таким чином, робота має вагомое теоретичне та практичне значення для дорожньої галузі, проектування, будування та експлуатування транспортних споруд, її результати можуть бути використані, зокрема, для вдосконалення нормативно-технічної бази.

Склад і структура дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Зеленовського В.А. має чітку структурну побудову, складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, що налічує 156 найменувань, і семи додатків. Загальний обсяг дисертації становить 263 сторінки, з яких 243 сторінки займає основний текст, що містить 45 рисунків і 23 таблиці. Робота оформлена відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України до дисертаційних досліджень, вирізняється послідовністю викладу матеріалу, чіткою логікою побудови та науковою аргументованістю кожного етапу дослідження.

Аналіз основного змісту роботи, новизни представлених експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень, їх наукової обґрунтованості, рівня виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

У вступі автором ґрунтовно визначено актуальність теми, що зумовлена необхідністю підвищення надійності й довговічності дорожніх покриттів транспортних споруд, які експлуатуються в умовах значних динамічних і температурних впливів. У вступі систематизовано результати сучасних досліджень у цій сфері, виявлено науково-технічні проблеми, що залишаються невирішеними, та чітко сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження. Важливим є те, що у вступі простежується логічний зв'язок між науковими положеннями, які

виносяться на захист, і практичними потребами галузі дорожнього будівництва. Автором визначено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, а також використані методи досліджень. Оформлення та зміст вступу відповідають сучасним вимогам до наукових робіт і забезпечують чітке розуміння концепції дослідження, послідовності його реалізації та наукового внеску здобувача.

Перший розділ дисертації присвячено аналітичному огляду сучасного стану проблеми забезпечення довговічності дорожніх покриттів на транспортних спорудах. Автором проведено глибокий аналіз вітчизняних і зарубіжних джерел, що охоплюють широкий спектр питань від теоретичних моделей оцінювання довговічності та втомної міцності асфальтобетонних матеріалів до практичного досвіду експлуатації мостових покриттів у різних кліматичних умовах. Особливу увагу приділено порівнянню традиційних асфальтобетонів і модифікованих полімерними складовими, що застосовуються для улаштування покриттів на транспортних спорудах. Автором виявлено низку суперечностей між існуючими методами прогнозування довговічності та реальними умовами роботи покриттів, що зумовило формулювання наукової гіпотези дослідження. Розділ відзначається високим ступенем систематизації матеріалу, глибоким розумінням проблематики, що дозволило обґрунтувати необхідність розроблення нового методу оцінки довговічності з урахуванням впливу навантаг від пневматичних коліс транспортних засобів, температурних коливань навколишнього середовища, залишкових деформацій, температурної усадки матеріалу, вологи і водоморозних циклів. Огляд виконано на сучасному науковому рівні, логічно структуровано, із застосуванням чітких узагальнень, що слугують методологічним підґрунтям для подальших досліджень.

Другий розділ має теоретико-аналітичний характер і присвячений обґрунтуванню нового методу оцінки довговічності епоксидного асфальтобетонного дорожнього покриття на транспортних спорудах. У цьому розділі автором розглянуто фізико-механічні процеси, які відбуваються в асфальтобетонних шарах під дією циклічних транспортних навантажень і температурних змін, а також наведено аналіз напружено-деформованого стану

системи «покриття – основа». На базі теорії в'язкопружності, термореологічної аналогії та положень механіки деформованого твердого тіла розроблено математичну модель оцінювання граничного стану покриття. Особливістю підходу є врахування не лише миттєвих, а й тривалих деформацій. Автором запропоновано систему рівнянь для визначення параметрів довговічності та розроблено аналітичні залежності між характеристиками матеріалу й показниками експлуатаційної надійності. У цьому розділі вдало поєднано класичні положення механіки з сучасними комп'ютерними технологіями чисельного моделювання, що дозволяє глибше відтворити процеси, які відбуваються в покритті під дією реальних експлуатаційних факторів. Математичне моделювання застосовано коректно, усі розрахунки супроводжуються фізичним тлумаченням.

Третій розділ присвячено експериментальним дослідженням властивостей епоксидних асфальтобетонних матеріалів, що застосовуються для дорожніх покриттів транспортних споруд. Автором розроблено експериментальну методику, яка базується на стандартизованих випробуваннях і сучасних вимогах до визначення реологічних і фізико-механічних характеристик. У роботі наведено результати випробувань зразків асфальтобетону з різним вмістом модифікуючих добавок, а також оцінено вплив температури, швидкості навантаження та тривалості експлуатації на зміну міцності, пружності й тріщиностійкості матеріалу.

Експериментальні результати систематизовано та узагальнено у вигляді аналітичних залежностей, що узгоджуються з результатами теоретичних досліджень, підтверджуючи достовірність запропонованої моделі. Розділ характеризується високим рівнем експериментальної культури, детальністю опису методик і достовірністю отриманих результатів, які супроводжуються належною статистичною обробкою даних.

Четвертий розділ має прикладне спрямування та демонструє практичну реалізацію отриманих результатів. На основі узагальнення попередніх теоретичних і експериментальних досліджень розроблено інженерну методику оцінки довговічності асфальтобетонного покриття на транспортних спорудах, що враховує спільний вплив навантаг від пневматичних коліс, температурних коливань

навколишнього середовища, залишкових деформацій, температурної усадки матеріалу, вологи і водоморозних циклів. Запропоновано алгоритм розрахунку довговічності, визначено критерії граничного стану покриття, розроблено рекомендації щодо вибору раціональної товщини шару і складу матеріалу для забезпечення заданого строку експлуатування. Особливо цінним є проведений автором техніко-економічний аналіз, який підтверджує доцільність запропонованого методу в практику проєктування й будівництва дорожніх покриттів на транспортних спорудах. Виявлено, що застосування удосконалених асфальтобетонів з прогнозованими показниками довговічності забезпечує не лише підвищення надійності покриття, а й економію ресурсів у процесі експлуатації. Розділ демонструє вміння автора інтегрувати теоретичні положення в практичні інженерні рішення.

У загальних висновках дисертаційної роботи стисло та логічно підсумовано основні наукові та практичні результати, сформульовані положення, що виносяться на захист, а також наведено рекомендації щодо подальшого застосування результатів досліджень. Висновки повністю відповідають поставленій меті та завданням дослідження, узгоджуються з отриманими теоретичними й експериментальними результатами, містять науково обґрунтовані пропозиції, що мають прикладне значення для дорожньої галузі. Вони свідчать про високий рівень системності, завершеності та глибини проведених досліджень.

У цілому структура дисертаційної роботи є логічною та раціональною. Кожен розділ змістовно пов'язаний з попереднім і наступним, забезпечуючи безперервність наукового пошуку та послідовність переходу від постановки завдання до його вирішення.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

- вперше розроблено розрахункову схему, встановлено аналітичні залежності і критерії граничного стану для оцінювання довговічності ЕАБ дорожнього покриття на транспортних спорудах із залізобетонною плитою проїзної частини за тріщиностійкістю, колієстійкістю, що враховує комплексний вплив температурної усадки матеріалу, зміни температури та дії пневматичних коліс;

- вперше отримано математичні моделі залежності фізико-механічних характеристик ЕАБ дорожнього покриття на транспортних спорудах від вмісту епоксидних складових, тривалості і температури затвердіння на основі теоретико-експериментальних досліджень, що дозволяє встановити їхні оптимальні параметри при проектуванні;

- удосконалено метод оцінювання довговічності дорожнього покриття на транспортних спорудах, за рахунок використання ЕАБ, з урахуванням спільного температурної усадки матеріалу, зміни температури та дії пневматичних коліс транспортних засобів, що дозволяє проектувати ЕАБ дорожнє покриття з підвищеною тріщиностійкістю та колієстійкістю із визначеним строком експлуатування;

- отримано подальший розвиток методів експериментальних досліджень ЕАБ, зокрема визначення термо-реологічних характеристик та фізико-механічних властивостей, оцінки залишкових деформацій у вигляді колій, а також натурних досліджень процесів утворення дефектів у дорожньому покритті транспортних споруд під експлуатаційним навантагом.

Ці результати формують новий етап у розвитку наукових уявлень стосовно прогнозування строку експлуатування епоксидних асфальтобетонних дорожніх покриттів на транспортних спорудах.

Мета дослідження.

Метою дослідження є удосконалення методу оцінювання довговічності ЕАБ дорожнього покриття на транспортних спорудах із залізобетонною плитою проїзної частини, ураховуючи спільний вплив температурної усадки матеріалу, зміни температури та дії пневматичних коліс транспортних засобів

Об'єкт дослідження.

Об'єктом дослідження є процес розроблення методу оцінювання довговічності ЕАБ дорожнього покриття на транспортних спорудах.

Предмет дослідження.

Предметом дослідження є довговічність ЕАБ дорожнього покриття на транспортних спорудах із залізобетонною поверхнею проїзної частини.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблений метод оцінки довговічності дозволяє здійснювати інженерне прогнозування строку експлуатування дорожніх покриттів на транспортних спорудах із асфальтобетону, зокрема з епоксидними модифікаторами. Результати впроваджено через їх використання у виробничій діяльності дорожньо-будівельних підприємств і використано під час розроблення Р В.2.7-37641918-893:2018.

Використання запропонованого методу дозволяє підвищити точність розрахунків під час проектуванні дорожніх покриттів транспортних споруд, зменшити кількість передчасних руйнувань покриття, оптимізувати витрати на ремонткування та утримування, обґрунтовано визначати матеріали для дорожнього покриття з урахуванням прогнозованого строку експлуатування.

Одержані результати можуть бути використані у наукових дослідженнях, проєктних розробках, а також у навчальному процесі під час підготовки фахівців дорожньо-будівельної галузі.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційного дослідження знайшли відображення у понад двадцяти наукових публікаціях, серед яких — статті у фахових виданнях, міжнародних наукових журналах, матеріалах конференцій, а також нормативно-технічних документах. Такий обсяг і рівень публікацій у повній мірі відповідають встановленим вимогам до робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, підкреслюючи їхню академічну вагу та системність.

Крім того, ключові висновки апробовано на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях, що є переконливим свідченням високої наукової новизни й практичної значущості отриманих результатів.

Дисертаційна робота вирізняється високою науковою культурою, глибоким теоретичним обґрунтуванням положень, достатнім рівнем експериментальної перевірки, наявністю прикладних рекомендацій і практичним спрямуванням результатів. Виклад матеріалу є послідовним, аргументованим, а стиль наукового викладу — грамотним і точним. Усі наведені результати підтверджуються посиланнями на відповідні джерела, що свідчить про коректність використання

матеріалів попередніх досліджень і про високу академічну доброчесність автора.

Апробація матеріалів дисертації.

Основні результати дисертаційної роботи (теоретичні, методичні та практичні положення) були представлені на наступних конференціях і семінарах: Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні матеріали та технології для будівництва та ремонту автомобільних доріг», Автodoreкспо, Київ, 2019;

І міжнародна науково-практична конференція ім. П.М. Ковалю, Запоріжжя, 2021; Перша Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених дорожньої галузі Молодь – драйвери відновлення країни, Київ, 2022; Всеукраїнська наукова конференція здобувачів освіти і молодих учених Відбудова транспортної інфраструктури України, НТУ, Київ, 2023; Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні підходи у відновленні транспортної інфраструктури в особливих умовах воєнного стану: виклики та перспективи, НТУ, Київ, 2024; 76, 77, 78, 79, 80, 81 всеукраїнських наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету, Київ, у 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025 роках.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації.

Зміст анотацій українською та англійською мовами відображає основний зміст дисертації та досить повно висвітлює її основні результати та висновки.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

У дисертаційній роботі не виявлено порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Аналіз роботи дозволив встановити, що новизна представлених експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень, їх наукова обґрунтованість, рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності є підтвердженими.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід відмітити окремі дискусійні положення та зауваження до дисертації, а саме:

1. Доцільно було б подати словник скорочень і термінів, що використовуються у роботі, аби полегшити сприйняття та поліпшити структурованість тексту.

2. Доцільно вживати замість терміну мінеральний порошок – наповнювача із відповідною класифікацією за ДСТУ 9246-1:2023 Заповнювачі для асфальтобетонних сумішей та матеріалів, оброблених бітумним в'язучим. Технічні умови. Частина 1. Наповнювач.

3. В роботі варто було б навести основні фізико-механічні показники вихідного бітуму для досліджень компанії ORLEN Asfalt sp. z o.o. (Польща) згідно з ДСТУ 4044:2019 після чого його позначення, як БНД 70/100 по тексту дисертації виглядало би логічним.

4. В роботі вагомим показником є динамічна в'язкість в'язучого, проте в тексті дисертації не наведено, яким приладом визначали в'язкість і за яким стандартом, лише вказано, що методом ротаційної віскозиметрії. Також в роботі варто було навести, що ущільнення зразків відбувалось за допомогою гіраторного компактора (що лише видно з рисунку 3.7) і вказати кількість обертів до ущільнення.

5. В роботі було би доречним визначити фізико-механічні показники отриманих епоксидних в'язучих згідно з ДСТУ 9116:2021 Бітум та бітумні в'язучі. Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови.

Висловлені дискусійні положення та зауваження не знижують загального позитивного враження та значимості виконаної роботи.

Внаслідок вивчення дисертації та наукових публікацій здобувача Володимира Зеленовського, встановлено, що робота представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії є завершеною самостійною науковою працею із грамотно виконаними теоретичними й експериментальними дослідженнями, на підставі яких отримані нові науково обґрунтовані результати. За актуальністю теми, практичним значенням, науковою новизною отриманих результатів

дисертаційна робота «Метод оцінки довговічності асфальтобетонного дорожнього покриття на транспортних спорудах», відповідає вимогам Наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), а її автор Зеленовський Володимир Анатолійович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент: кандидат технічних наук,
доцент, доцент кафедри «Автомобільні дороги та мости»
Національного університету «Львівська політехніка»

Юрій СІДУН

Підпис доцента Сідуна Ю.В.
засвідчую Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ