

ВІДГУК

Батракової Анжеліки Геннадіївни

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, професора кафедри проектування доріг, геодезії землеустрою, першого проректора Харківського національного автомобільно-дорожнього університету на дисертаційну роботу

Федоренка Олександра Володимировича на тему

«Метод оцінювання довговічності тонкошарового покриття на автодорожніх мостах»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

у галузі 19 «Архітектура та будівництво»

за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Проблема забезпечення довговічності та надійності покриття на автодорожніх мостах залишається однією з найважливіших у сфері сучасного будівництва та експлуатації інфраструктурних об'єктів, оскільки транспортно-експлуатаційний стан переважної більшості автодорожніх мостів не відповідає сучасним вимогам і потребує поліпшення з урахуванням соціально-економічних потреб держави. За даними міжвідомчої комісії з питань науково-технологічної безпеки при Раді національної безпеки і оборони України «критичний стан автодорожніх мостів та транспортних споруд як складових систем життєзабезпечення на території України підвищує ризик виникнення надзвичайних ситуацій і становить загрозу національній безпеці ...». Тому завдання забезпечення довговічності та надійності дорожнього покриття на автодорожніх мостах має важливе стратегічне значення.

Покриття автодорожніх мостів постійно піддається впливу навантажень від транспортних засобів, впливу атмосферних явищ, корозії та інших чинників зовнішнього середовища. Зважаючи на це, дослідження факторів, які впливають на довговічність покриття транспортних споруд, набувають, в останній час, усе більшу актуальність. Науковими дослідженнями, зарубіжним та вітчизняним досвідом проектування, ремонту та експлуатації автодорожніх мостів доведено, що ефективним інструментом забезпечення нормативного техніко-експлуатаційного стану покриття на автодорожніх мостах протягом строку служби до капітального ремонту, підвищення його довговічності та надійності є ефективний захист мостових конструкцій від дії вологи, хімічно-активних речовин, температурних перепадів і механічних навантажень.

Перспективним рішенням у цьому напрямку є застосування тонкошарових покриттів на основі метилметакрилату. Такі покриття характеризуються високою адгезією до основи, швидким твердінням, стійкістю до агресивних

середовищ і високими механічними властивостями. Їх використання дозволяє істотно збільшити строк служби мостів та зменшити витрати на їх ремонт та експлуатаційне утримання. Тому розроблення методів оцінювання довговічності тонкошарових полімерних покриттів на основі метилметакрилату на залізобетонних та (або) металевих ортотропних плитах автодорожніх мостів є актуальною науково-практичною задачею. Зважаючи на значний потенціал метилметакрилатних покриттів у забезпеченні довговічності та захисту мостових конструкцій, також виникає необхідність у розробленні науково обґрунтованого інженерного методу оцінювання фізико-механічних і експлуатаційних характеристик матеріалів на основі метилметакрилатної смоли і заповнювача.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю вирішення важливої науково-практичної задачі – удосконалення методу оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату на залізобетонних та (або) металевих ортотропних плитах автодорожніх мостів. Тема дисертаційної роботи, її мета та основні наукові завдання, що вирішені у дисертаційному дослідженні, а також напрями практичної реалізації є актуальними та своєчасними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційне дослідження виконано відповідно до планів науково – дослідних та дослідно-конструкторських робіт Державного агентства автомобільних доріг України (Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України) в рамках виконання 5 науково-дослідних (дослідно-конструкторських) робіт з проблем забезпечення довговічності та надійності покриття на залізобетонних та (або) металевих ортотропних плитах автодорожніх мостів (номер державної реєстрації: № 0120U103309; № 0121U112656; № 0119U101502; № 0119U101504; № 0119U101503).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Дослідження, що виконані в дисертаційній роботі, є послідовними, логічними, обґрунтованими. Усі отримані автором результати не суперечать результатам попередніх дослідників і є їх логічними розвитком.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій наданих в дисертації, підтверджується: обґрунтованим обсягом теоретичних та експериментальних досліджень; коректним застосуванням теорії в'язко-пружності, теорії міцності твердих тіл, принципів Пальгрейна-Майнера та Бейлі при розробленні критерію граничного стану з оцінювання довговічності

тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті; використанням апробованого математичного апарату механіки деформованого твердого тіла при визначенні напружень і деформацій у тонкошаровому покритті; узгодженістю результатів чисельного моделювання із загальновизнаними результатами; узгодженістю результатів теоретичних досліджень з експериментальними даними та результатами інструментальних вимірювань; використанням стандартизованих методик та обладнання для дослідження властивостей матеріалів.

Математичні моделі та перетворення у дисертаційному дослідженні виконані коректно. Отримані в дисертації результати є фізично не суперечливими. На користь достовірної результатів, що отримані в дисертаційній роботі, свідчать задовільний рівень збігу результатів теоретичних і експериментальних досліджень.

Обґрунтованість та достовірність дисертаційних положень, висновків та рекомендацій обумовлена також логічною структурою дослідження, системністю опрацювання та викладання матеріалів дисертаційної роботи.

Висновки є повними, відповідають поставленим завданням, а практичні рекомендації щодо використання результатів дисертації у достатній мірі обґрунтовані теоретичними та практичними дослідженнями, які були проведені на високому методичному та науковому рівнях.

Методичний і науковий рівень оформлення й рубрикації дисертації повністю відповідають сучасним вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Назва дисертації адекватно відображає її зміст.

Основні положення, які визначають наукову новизну дисертаційної роботи.

У дисертаційній роботі отримано теоретичні та експериментальні результати, які характеризуються науковою новизною та свідчать про особистий внесок автора у розвиток теорії та практики забезпечення довговічності та надійності тонкошарового покриття на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів. Наукова новизна полягає у тому, що:

- отримано аналітичні залежності та термореологічні властивості з оцінювання тріщиностійкості тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату від спільної зміни температури та дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів і усадки полімеру

- запропоновано умову граничного стану тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату за тріщиностійкістю, що на

відміну від раніше відомих, дозволяє проєктувати тонкошарове полімерне покриття із використанням метилметакрилату заданої довговічності на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів;

- удосконалено метод оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату з позиції тріщиностійкості на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів, що дозволяє проєктувати тонкі покриття заданої довговічності від спільної зміни температури та дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів і усадки полімеру;

- дістали подальшого розвитку методики: термореологічних властивостей композитного матеріалу з використанням метилметакрилату; визначення межі міцності на розтяг при згині.

Практичне значення отриманих результатів полягає:

- у розробленні технічних вимог до застосування тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів;

- у розробленні методики щодо оцінювання довговічності та проєктування тонкошарових покриттів на автодорожніх мостах з урахуванням термореологічних параметрів полімеру та спільної дії температури та різного часу дії вертикального навантаження пневматичних коліс транспортних засобів;

- у розробленні практичних рекомендацій щодо будівництва, реконструкції та капітального ремонту дорожнього покриття з застосуванням тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату 6 автодорожніх мостів на автомобільних дорогах загального користування України;

- у впровадженні результатів дисертаційного дослідження у навчальний процес Національного транспортного університету спеціальності 192 (G 19) – Будівництво та цивільна інженерія.

Повнота викладу наукових положень та отриманих результатів в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 15 наукових працях, у тому числі в 1 навчальному посібнику, 2 статтях у періодичних виданнях, що індексуються у наукометричній базі Scopus, 3 статтях у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; 1 статті у зарубіжному періодичному виданні; 4 працях у збірниках праць за матеріалами конференцій та 4 нормативних документах. Кількість наукових публікацій за темою дисертації та повнота викладу основних результатів дисертації відповідають вимогам щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Оцінка змісту дисертації в цілому

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 113 найменувань та трьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 200 сторінок. Основний текст викладений на 159 сторінках. Текст ілюструється 39 рисунками та містить 50 таблиць.

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

У першому розділі проведено аналіз стану питання щодо застосування довговічного тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів. Розглянуто існуючі методи та критерії оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів від дії температури та дії навантаження від пневматичних коліс транспортних засобів транспортних засобів.

На основі критичного аналізу літературних даних, що стосуються особливостей експлуатації тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів, методів і критеріїв оцінки довговічності дорожнього покриття на автодорожніх мостах, автором встановлено, що існуючі критерії оцінки тріщиностійкості для тонкошарового покриття з використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів можна використати з відповідним удосконаленням розрахункових параметрів самого полімерного матеріалу, що буде враховувати особливості експлуатації, а також спільну дію навантаження від пневматичних коліс транспортних засобів та зміну температури.

У другому розділі розглянуто теоретичні аспекти оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття на основі метилметакрилатів, яке влаштовується на залізобетонних та (або) металевих ортотропних плитах автомобільних мостів. Основну увагу приділено впливу вертикального навантаження від пневматичних коліс транспортних засобів, а також температурних коливань добового та річного циклів.

В основу теоретичних досліджень покладено гіпотезу, згідно з якою довговічність зазначеного покриття визначається, передусім, його стійкістю до втрати цілісності внаслідок дії основних руйнівних чинників – транспортного

навантаження та температурних напружень, зумовлених зміною температури впродовж доби та року.

Сформульовано критерій граничного стану для оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття, який враховує механізм виникнення тріщин. Для розробки критерію граничного стану з оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостах, який враховує принципи утворення пошкоджень у вигляді тріщин і базується на: термо-реологічних властивостях тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату; положеннях теорії міцності твердих тіл; принципах Пальгрейна-Майнера та Бейлі про суперпозицію пошкоджень структури покриття у вигляді тріщин протягом строку експлуатації при негативній спільній дії найбільш впливових факторів. Оцінка довговічності тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостах ґрунтується на аналітичних залежностях, які дозволяють прогнозувати напруження від: спільного впливу усадки пластбетону при твердінні, зміни (сезонних річних та добових) температур, дії пневматичних коліс транспортних засобів.

Удосконалено методику оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття на основі метилметакрилату з урахуванням показників тріщиностійкості для залізобетонних та (або) металевих ортотропних плит. Це дозволяє здійснювати проектування покриттів з визначеним строком експлуатації з урахуванням спільної дії температурних деформацій, навантаження від пневматичних коліс транспортних засобів та усадки полімеру.

У **третьому розділі** представлено результати експериментальних досліджень з визначення в'язко-пружної поведінки, міцнісних характеристик та довговічності полімербетону на основі метилметакрилату, зокрема: визначено термореологічні характеристики тонкошарового полімерного покриття на основі метилметакрилату; визначено межу міцності на розтяг при згині; встановлено параметри функції релаксації та довговічності покриття; проаналізовано закономірності впливу зовнішніх факторів на напружено-деформований стан покриття.

На основі експериментальних даних встановлено, що міцність на стиск зразків полімерного композиту з використанням піску при температурі 0 °С становить 34 МПа, а при підвищенні температури до 50 °С вона зменшується в 1,9 рази. Для зразків із відсівом міцність при 0 °С становить 35 МПа, але при 50 °С знижується вже в 2,1 рази. Це свідчить про значний вплив зернового складу мінерального наповнювача на температурну стійкість та міцність

полімербетону, що необхідно враховувати під час проектування складу полімерних композитів.

Адекватність отриманих теоретичних рішень підтверджено експериментальними результатами при визначенні міцності полімерних композитних зразків на розтяг при згині до руйнування. Відхилення між теоретичними та експериментальними значеннями міцності при постійній швидкості навантаження знаходяться в межах 2,59–4,54% при довірчій імовірності 0,95. Це свідчить про можливість практичного застосування запропонованих залежностей (розділ 2 дисертації) для прогнозування довговічності тонкошарового покриття з метилметакрилату, яке експлуатується на залізобетонних або ортотропних плитах автодорожніх мостів під впливом усадки полімербетону, температурних коливань та навантаження від пневматичних коліс транспортних засобів.

За результатами експериментальних досліджень при виконанні аварійно-відновлювальних робіт на автодорожніх мостах автомобільних доріг загального користування (М-06 Київ-Чоп км 831+711 міст через р. Тису) встановлено міцність зчеплення тонкошарового полімерного покриття Bridgemaster – від 3 МПа до 8 МПа, що перевищує нормативні вимоги.

У процесі експериментальних досліджень автором виконано чисельне моделювання напружено-деформованого стану тонкошарового покриття з метилметакрилату на металевій ортотропній плиті. За результатами моделювання встановлено оптимальну товщину тонкошарового полімерного покриття з метилметакрилату, яка становить від 10 мм до 15 мм.

У **четвертому розділі** розроблено практичні рекомендації та методику проектування тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів. Розроблено вимоги щодо влаштування тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів. За результатами техніко-економічного обґрунтування доведено доцільність застосування тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів.

Результати роботи використані при розробленні рекомендацій щодо будівництва, реконструкції та капітального ремонту дорожнього покриття з використанням тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів, а саме: Парковий пішохідний міст через р. Дніпро (м. Київ); при виконанні аварійно – відновлювальних робіт на мості на автомобільній дорозі М-06 Київ–Чоп км 831+711 через р. Тису Закарпатська область (влаштування тонкошарового

полімерного покриття із використанням метилметакрилату на металевій ортотропній плиті мосту); Реконструкція мосту на км 66+900 автомобільної дороги загального користування державного значення Р-47 Херсон – Нова Каховка – Генічеськ у Херсонській області (тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній плиті мосту); гідроізоляція платформи швидкісного трамваю на індустріальному мосту та шляхопроводу на перетині проспекту Леся Курбаса з залізницею (біля платформи «Борщагівка» в м. Києві); Міст через річку Тагамлик у селищі Машівка на км 19+893 а/д Машівка–Карлівка; Міст в с. Бутенки (Полтавської обл.) а/д Н-31 Дніпро–Царичанка–Кобеляки–Решетіловка.

Загальні висновки за результатами дисертаційного дослідження сформульовані послідовно. Висновки відповідають структурі дослідження, містять основні його результати та відображають реалізацію мети і завдань дослідження.

Дисертаційна робота містить 4 додатки, які доповнюють основний зміст дисертації. Додатки містять: результати числового моделювання тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів; алгоритм проєктування тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату на залізобетонних та (або) металевих ортотропних плитах автодорожніх мостів заданої довговічності; документи, що підтверджують впровадження результатів дисертаційного дослідження, та список публікацій здобувача за темою дисертації.

Відповідність дисертації встановленим вимогам

Аналіз змісту дисертації дозволяє оцінити її як закінчене самостійне наукове дослідження, що містить достовірні обґрунтовані наукові та практичні результати. Викладення основного матеріалу дисертації, наукових положень, практичних результатів та висновків логічне та аргументоване. Використання матеріалів інших авторів здійснюється з посиланням на наукові праці. Мова та структура дисертації відповідають загальноприйнятому в наукових роботах. Дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, що встановлені Міністерством освіти і науки України.

Відзначаючи змістовність та системність дослідження, що проведено Федоренком О.В., а також позитивно оцінюючи дисертацію «Метод оцінювання довговічності тонкошарового покриття на автодорожніх мостах», необхідно звернути увагу **на дискусійні положення, висновки та пропозиції, які вимагають додаткової аргументації автора:**

1. Для кращого сприйняття текстової частини дисертації доцільно було б подати словник скорочень термінів та визначення позначених ними понять.

2. Перший розділ бажано доповнити більш детальним аналізом результатів наявних досліджень щодо застосування тонкошарових покриттів з використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів.

3. У розділі 2 формули 2.43 та 2.44 було б доцільно зробити розшифрування складових рівнянь.

4. Під час проведення техніко-економічного обґрунтування доцільності застосування тонкошарового покриття бажано було провести порівняння вартості не тільки щебенево-мастикового асфальтобетону, але й для інших типів.

5. Бажано пояснити, чому у четвертому розділі виконане числове моделювання тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату тільки на металевій ортотропній плиті, тоді як методика передбачає проектування тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату також на залізобетонних плитах автодорожніх мостів?

6. За текстом дисертації присутні граматичні та стилістичні помилки та недоліки оформлення.

Відзначені зауваження стосуються, переважно, напрямків подальших досліджень та характеру подачі матеріалу дисертаційної роботи, не є визначальними й тому не знижують загальну позитивну оцінку роботи.

Загальний висновок та оцінка дисертаційної роботи

1. Дисертаційна робота Федоренка Олександра Володимировича є завершеною науково-дослідною працею, виконаною автором самостійно, містить нові науково-обґрунтовані результати, виконана з використання сучасних методів досліджень, що у сукупності вирішують важливе науково-практичне завдання щодо удосконалення методу оцінюванні довговічності тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів від спільної дії температури та дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів.

2. Дисертаційна робота побудована логічно відповідно до методології дослідження, що дозволило авторові досягти мети дослідження та успішно вирішити основні завдання дослідження.

3. У дисертації представлено власні результати досліджень автора. Ідеї, матеріали та результати досліджень інших авторів, мають відповідні посилання у дисертаційній роботі.

4. Розроблені у дисертації теоретичні положення, методики, експериментальні дані, рекомендації мають практичне значення та можуть бути використані підприємствами, що належать до сфери управління Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України та комунального підпорядкування, науковими установами, а також підприємствами усіх форм власності під час проєктування, будівництва та експлуатаційного утримання автодорожніх мостів.

5. Основні результати дисертації з достатньою повнотою викладені в опублікованих наукових працях автора, пройшли апробації та практичну перевірку. Представлена дисертаційна робота за змістом та якістю теоретичних та практичних розробок відповідає рівню дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

6. Представлені до розгляду публікації задовольняють вимогам п.6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами). Дисертаційна робота відповідає вимогам щодо оформлення дисертаційних робіт згідно наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

7. Зважаючи на актуальність вирішених завдань, наукову новизну та значущість отриманих наукових і практичних результатів, отриманих у дисертації, Федоренко Олександр Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,
професор, професор кафедри
проектування доріг, геодезії і
землеустрою, перший проректор
Харківського національного
автомобільно – дорожнього
університету



Анжеліка БАТРАКОВА