

ВІДГУК

Єрмакової Інни Анатоліївни

офіційного опонента, кандидата технічних наук,
старшого викладача кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою
Національного університету «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»
на дисертаційну роботу **Федоренка Олександра Володимировича** на тему
**«Метод оцінювання довговічності тонкошарового покриття на
автодорожніх мостах»,**
поданої на здобуття ступеня доктора філософії
у галузі 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Проблема довговічності та надійності автодорожніх мостів є однією з ключових у сучасному будівництві та експлуатації інфраструктурних об'єктів. Мости, як складні інженерні споруди, піддаються значним механічним навантаженням, впливу атмосферних умов, корозії та інших зовнішніх факторів, що призводять до їх зношування та зниження експлуатаційних характеристик. Тому забезпечення довговічності конструкцій мостів є важливим завданням для збереження безпеки руху та ефективного використання ресурсів.

Одним із важливих аспектів у забезпеченні надійності та довговічності мостових споруд є захист їх поверхні від дії води, хімічних речовин, температурних коливань і механічних впливів. Тонкошарові покриття на основі метилметакрилату є перспективним матеріалом, який володіє високими адгезійними властивостями, швидким часом висихання, високою стійкістю до агресивних зовнішніх факторів та хорошими механічними характеристиками. Використання таких покриттів дозволяє значно продовжити термін служби мостових конструкцій і знизити витрати на їх ремонт та обслуговування.

Особливо важливою є оцінка довговічності таких покриттів, оскільки тривала експлуатація в умовах зміни температури, вологості, дорожніх реагентів та інших факторів може суттєво вплинути на їх ефективність. Тому розробка методів оцінювання довговічності тонкошарових полімерних покриттів на основі метилметакрилату на залізобетонних та (або) металевих ортотропних плитах автодорожніх мостів є актуальною науково-практичною задачею.

Враховуючи значний потенціал застосування метилметакрилатних покриттів для збереження та підвищення довговічності мостових конструкцій, необхідність точного і науково обґрунтованого підходу до оцінки їх характеристик є безумовною. Розробка такого методу дозволить підвищити ефективність використання матеріалів, зменшити витрати на ремонти, а також покращити безпеку дорожнього руху.

Таким чином, 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.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Тема дисертації відповідає актуальним напрямам і завданням державних науково-технічних програм: «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» (Розпорядження Кабінету міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р), “Про затвердження плану заходів з реалізації Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року”. Офіційний вісник України, 2021 р., № 33, ст. 1948. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 7 квітня 2021 р. № 321 та Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025–2027 роках. (Постанова Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2024 р. № 1550). Основні дослідження теоретичного і прикладного характеру виконані згідно з тематикою науково-дослідних робіт, що виконувались на кафедрі мостів, тунелів та гідротехнічних споруд Національного транспортного університету та планами науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України, в рамках виконання господарсько-договірних науково-дослідних робіт: «Провести дослідження та розробити національний стандарт щодо технічних вимог до метакрилів для мостового полотна» (держ. реєстраційний № 0120U103309); «Провести дослідження та розробити рекомендації з улаштування гідроізоляційних мембран на основі метилметакрилатної смоли на транспортних спорудах» (держ. реєстраційний №0121U112656); «Провести дослідження та розробити методику розрахунку тонкошарового покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів на довговічність» (держ. реєстраційний № 0119U101502); «Провести дослідження та розробити методику оцінки довговічності цементобетонного дорожнього покриття з урахуванням спільного впливу змін температури та дії транспорту» (держ. реєстраційний № 0119U101504); «Провести дослідження та розробити методичні рекомендації з проектування і влаштування цементобетонного

покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів та альбом типових рішень таких конструкцій» (держ. реєстраційний № 0119U101503).

Аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Результати дослідження опубліковані у достатній кількості 15-и наукових працях, що спонукає повному оприлюдненню результатів дослідження.

У **першому розділі** проведено аналіз стану стан питання щодо застосування довговічного тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів. Окрім цього, проведений аналіз існуючих методів та критеріїв оцінки 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. Встановлено, що використання метилметакрилатів для композитних матеріалів в якості тонкошарового полімерного покриття з додаванням піщаного наповнювача на автодорожніх мостах є перспективною технологією, яка дозволяє підвищити довговічність строку експлуатації такого покриття та вирішує питання економічної ефективності капіталовкладень при його ремонті та обслуговуванні.

У **другому розділі** наведено теоретичні аспекти з оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилатів на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів від дії вертикального навантаження пневматичних коліс транспортних засобів та зміни добової та річної температури. Прийнято робочу гіпотезу: довговічність тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів визначається, головним чином, його стійкістю до порушення суцільності у результаті негативної дії найбільш впливових факторів: транспортне навантаження; температурні напруження дорожнього покриття від зміни добових та річних коливань. Розроблено критерій граничного стану з оцінки довговічності тонкошарового полімерного покриття із метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів, який враховує принцип утворення пошкоджень у вигляді тріщин і базується на: термо-реологічних властивостях полімеру із застосуванням положення теорії міцності твердих тіл і базується на принципах Пальгрейна-Майнера та Бейлі про суперпозицію пошкоджень структури покриття у вигляді тріщин

протягом строку експлуатації при негативній спільній дії найбільш впливових факторів. Удосконалено метод оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату з позиції тріщиностійкості на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів, що дозволяє проектувати тонкі покриття заданої довговічності від спільної зміни температури та дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів і усадки полімеру.

У **третьому розділі** представлено результати експериментальних досліджень, а саме: розрахункові термореологічні характеристики тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату; межу міцності на розтяг при згині; визначення параметрів функції релаксації та довговічності покриття з використанням метилметакрилату; закономірності дії впливових факторів на напружено – деформований стан тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату. На основі проведених експериментальних досліджень встановлено, що міцність на стиск у полімерному зразку на основі метилметакрилату з піском при $T=0\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить 34 МПа, при $T=50\text{ }^{\circ}\text{C}$ зменшилась міцність 1,9 рази, а у порівнянні з відсівом міцність зросла 35 МПа при $T=0\text{ }^{\circ}\text{C}$, при температурі $T=50\text{ }^{\circ}\text{C}$ зменшилась у 2,1 рази. Це свідчить, що при проектуванні складу полімерних композитів необхідно враховувати зерновий склад наповнювача. Підтверджена адекватність теоретичних рішень з експериментальними при визначенні міцності полімерних композитних зразках на розтяг при згині до руйнування. Розбіжність знаходиться для визначення міцності зразків на розтяг при згині, при постійній швидкості навантаження до руйнування в межах від 2,59 % до 4,54%, при рівні довірчої вірогідності 0,95. Це вказує на можливість практичного застосування подібних залежностей, які отримані та наведені у розділі 2 даної дисертації з метою забезпечення або прогнозування необхідної довговічності тонкошарового полімерного покриття з метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів від спільного впливу усадки полімербетону, зміни температури та дії пневматичних коліс транспортних засобів.

Доведено перевагу застосування композитного полімерного матеріалу на основі метилметакрилату у порівнянні з асфальтобетоном, а саме спостерігається зменшення температурних напружень у полімерному композиті з піском при $T=-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить 3,8 МПа, в асфальтобетоні 1,1 рази вищий, а при температурі $T=-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить 4,9 МПа у асфальтобетону 1,3 рази. Це свідчить про збільшення строку служби та довговічності таких композитних полімерних покриттів на основі метилметакрилату у порівнянні з асфальтобетоном.

У четвертому розділі розроблені практичні рекомендації та методику проектування щодо оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів. Проведено техніко-економічні розрахунки доцільності застосування тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів. На підставі техніко-економічних розрахунків підтверджена доцільність застосування тонкошарових покриттів на основі метилметакрилатів.

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–Решетилівка.

Теоретичні та практичні положення, які наведено у дисертаційній роботі впроваджено у навчальний процес Національного транспортного університету за спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія, з дисциплін: «Будівельне матеріалознавство»; «Проектування дорожнього одягу на транспортних спорудах»; «Прогнозування довговічності дорожнього одягу на транспортних спорудах».

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

1. Вперше 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 дозволяє проєктувати тонкошарове полімерне покриття із використанням метилметакрилату покриття заданої довговічності на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів;

2. Удосконалення методу 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;

3. Отримали подальший розвиток такі методики, як: термореологічних властивостей композитного матеріалу з використанням метилметакрилату; визначення межі міцності на розтяг при згині; натурні впровадження по застосуванню тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів України.

Повнота відображення дисертаційної роботи:

Публікації. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 15 наукових праць, у тому числі 1 навчальний посібник, 2 статті у наукометричній базі Scopus, 3 статті у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; 1 стаття у зарубіжному періодичному виданні; 4 праці у збірниках праць за матеріалами конференцій та 4 нормативних документи.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація включає вступ, чотири загальних розділів, загальні висновки, список використаних джерел із 113 найменування та трьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 200 сторінок. Основний текст викладений на 159 сторінках. Текст ілюструється 39 рисунками та містить 50 таблицю.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

1. Удосконалено метод оцінювання 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. Розроблені технічні вимоги до застосування тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх, а також методику 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.

3. 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–Решетилівка.

4. Теоретичні та практичні положення, які наведено у дисертаційній роботі впроваджено у навчальний процес Національного транспортного університету за спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія, з дисциплін: «Будівельне матеріалознавство»; «Проектування дорожнього одягу на транспортних спорудах»; «Прогнозування довговічності дорожнього одягу на транспортних спорудах».

Таким чином, отримані результати мають широке практичне застосування в галузі управління, експлуатації та обслуговування мостової інфраструктури, а також у сфері освіти та нормативно-методичного забезпечення.

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 загально-прийнятому 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. Розділ 1 «Стан питання щодо застосування довговічного тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів» варто було б доповнити аналізом досліджень щодо визначення оптимального складу полімерних композитів на основі метилметакрилатів, які проводилися українськими та закордонними дослідниками.

2. Однією з особливостей роботи тонкошарового покриття на автодорожніх мостах є нерівномірний розподіл температури за товщиною конструкції через різницю температури на поверхні та під плитою. Як враховувався вплив фактору градієнту температури?

3. У другому розділі наведено залежність (2.49) максимальних усадочних розтягуючих напружень, що виникають в тонкошаровому полімерному покритті із метилметакрилатів на автодорожніх мостах з урахуванням часу дії та зміни температури, було б доцільно навести у третьому розділі числові значення для досліджуваних полімерних композитів.

4. Доцільно було б в додатку навести більш детальну інформацію про тонкошарові полімерні покриття, яке влаштовувалось на мосту км 66+900 автомобільної дороги загального користування державного значення Р-47 Херсон – Нова Каховка – Генічеськ у Херсонській області в 2021 році та навести фотоілюстрацію стану покриття в 2025 році.

5. Які технологічні особливості можуть виникати при влаштуванні тонкошарового полімерного покриття з метилметакрилатів на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів.

Загальний висновок та оцінка дисертаційної роботи

Дисертація Федоренка Олександра Володимировича – це самостійно виконане, завершене наукове дослідження, яке пропонує новаторський метод оцінки стану мостів. Робота вирізняється застосуванням сучасних дослідницьких методів та логічною структурою, що дозволило автору успішно досягти поставлених цілей.

Дослідження містить оригінальні результати автора, з належним

посиланням на роботи інших науковців. Практична значущість розробок полягає в можливості їх застосування різноманітними установами та підприємствами у сфері проєктування, будівництва та експлуатації автодорожніх мостів.

Основні висновки дисертації були опубліковані та пройшли необхідну апробацію. Робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», а також задовольняє критерії, встановлені відповідною Постановою Кабінету Міністрів України.

Враховуючи актуальність дослідження та його наукову цінність, дисертація відповідає всім формальним вимогам, а її автор, Федоренко Олександр Володимирович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Представлені до розгляду публікації задовольняють вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, дисертаційна робота відповідає вимогам щодо оформлення дисертаційних робіт згідно наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 року, а її автор, Федоренко Олександр Володимирович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент:
кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри автомобільних
доріг, геодезії та землеустрою
Національного університету «Полтавська
політехніка імені Юрія Кондратюка»



Інна СРМАКОВА

*Ліричне резюме
заступник керівника
відділу кадрів*



Тамара Брава