

РЕЦЕНЗІЯ

доцента кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії,
кандидата технічних наук, доцента Барана Сергія Анатолійовича
на дисертаційну роботу Зеленовського Володимира Анатолійовича
на тему: **«Метод оцінки довговічності асфальтобетонного дорожнього
покриття на транспортних спорудах»**, яка представлена на здобуття наукового
ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

Тема дисертаційної роботи Зеленовського Володимира Анатолійовича є надзвичайно актуальною в контексті сучасних викликів дорожнього будівництва, зокрема щодо забезпечення довговічності дорожнього покриття на транспортних спорудах, таких як мости, шляхопроводи, естакади та аеродроми. Транспортні споруди зазнають комплексного впливу інтенсивних транспортних навантажень, температурних коливань, вологості і водоморозних циклів, що значно скорочує строк експлуатування традиційних асфальтобетонних покриттів. За даними, наведеними в роботі, в Україні строк експлуатування таких покриттів становить лише 6–9 років замість нормативних 12–15 років, що призводить до значних економічних втрат через часті ремонти та обмеження руху.

Запропонований у роботі метод оцінки довговічності дорожнього покриття з використанням епоксидного щебенево-мастикового асфальтобетону (ЕЩМА) є перспективним рішенням для подолання цих проблем. Актуальність теми посилюється необхідністю вдосконалення матеріалів і технологій для підвищення безпеки дорожнього руху, зниження витрат на експлуатаційне утримання та зменшення екологічного впливу.

Тема дисертації тісно пов'язана з пріоритетними напрямками розвитку дорожньої інфраструктури в Україні. Вона також відповідає міжнародним тенденціям у сфері дорожнього будівництва, де акцент робиться на застосуванні модифікованих матеріалів, таких як епоксидний асфальтобетон (ЕАБ), для підвищення довговічності покриттів у складних умовах експлуатації.

Для правильного підходу до впровадження такої технології потрібно провести теоретичне та експериментальне обґрунтування можливості використання ЕАБ дорожнього покриття на транспортних спорудах, що і відповідає науковій роботі дисертанта.



Матеріали досліджень були впроваджені в Державному агентстві відновлення та розвитку інфраструктури України при розробленні нормативно-технічного документа Р В.2.7-37641918-893:2018 «Рекомендації з приготування та застосування епоксидно-асфальтобетонних сумішей».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація Зеленовського Володимира Анатолійовича виконана зокрема в межах науково-дослідної роботи в рамках теми «Провести дослідження та розробити енерго- та ресурсозберігаючі технології влаштування довговічних дорожніх покриттів з використанням термореактивних модифікаторів асфальтобетону з епоксискладовою» (номер державної реєстрації 0116U007452). Ця тема є частиною ширшої програми модернізації дорожньої інфраструктури України, що фінансується Міністерством освіти і науки України та спрямована на створення нових матеріалів і технологій для забезпечення надійності та економічної ефективності транспортних споруд.

Робота також узгоджується з міжнародними ініціативами, такими як програми Європейського Союзу з розвитку стійкої інфраструктури (Horizon 2020, Horizon Europe), які передбачають дослідження модифікованих асфальтобетонних сумішей для підвищення їх стійкості до кліматичних і механічних впливів. Аналіз світового досвіду, проведений у роботі, підтверджує її відповідність глобальним науковим трендам, зокрема застосуванню ЕАБ на мостах та аеродромах.

Крім того, дисертація враховує результати досліджень ДП «Національний інститут розвитку інфраструктури» (НІРІ), які підтвердили переваги ЕАБ в українських умовах. Таким чином, робота інтегрує національний і міжнародний досвід, сприяючи реалізації стратегічних завдань розвитку дорожньої галузі.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, та достовірність отриманих результатів

Структура і подання матеріалів дисертаційного дослідження є традиційними для робіт технічної спеціальності. Дисертаційна робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Результати дослідження опубліковані у достатній кількості 28 наукових праць, що спонукає повному оприлюдненню результатів дослідження.

У першому розділі проведено аналіз і узагальнення наукових публікацій та практичного досвіду вітчизняних і зарубіжних учених щодо використання епоксидних матеріалів в асфальтобетонних дорожніх покриттях. Особливу увагу приділено міжнародному досвіду застосування епоксидних смол для підвищення довговічності покриттів на транспортних спорудах, де потрібна висока міцність і

стійкість матеріалів. На основі аналізу наукових і практичних даних визначено ключові проблеми, пов'язані з обмеженою довговічністю традиційних асфальтобетонних покриттів, та обґрунтовано доцільність використання епоксидно-асфальтобетону (ЕАБ) завдяки його термореактивним властивостям і стійкості до деформацій.

Другий розділ зосереджено на теоретичних засадах забезпечення довговічності дорожніх покриттів транспортних споруд. Досліджено механізми деградації асфальтобетону в умовах впливу агресивного середовища, зокрема температурних коливань, вологості, механічних навантажень і накопичення залишкових деформацій. Розроблено теоретичну модель довговічності ЕАБ покриттів, яка враховує основні фактори погіршення механічних властивостей матеріалу з часом. Запропоновано критерій граничного стану для кількісної оцінки вичерпання ресурсу довговічності, що слугує основою для прогнозування терміну служби покриття.

У третьому розділі представлено результати експериментальних досліджень фізико-механічних і термореологічних характеристик ЕАБ, зокрема міцності на стиск і непрямий розтяг, стійкості до утворення колій і водонасичення. Лабораторні та натурні випробування підтвердили високу довговічність ЕАБ порівняно з традиційними матеріалами, особливо на залізобетонній основі проїзної частини, а також його здатність зберігати стабільні властивості протягом тривалого періоду.

Четвертий розділ присвячено розробці методу оцінки довговічності ЕАБ покриттів на транспортних спорудах, який ґрунтується на комплексному аналізі теоретичних і експериментальних даних, а також числовому моделюванні. Запропоновано алгоритм проектування покриття, що враховує чинники, які впливають на термін його служби, включаючи оптимізацію складу епоксидно-асфальтобетонної суміші, визначення товщини покриття та технологічних параметрів укладання. Метод спирається на числові моделі й експериментальні дані для прогнозування зміни властивостей матеріалу з часом. Техніко-економічний аналіз показав, що використання ЕАБ дозволяє знизити експлуатаційні витрати більш ніж на 20 % порівняно з традиційними матеріалами за рахунок зменшення потреби в ремонтах і нижчих витрат на утримання.

Висновки цих розділів логічно пов'язані з метою та завданнями дослідження. Проведений аналіз наукових публікацій і практичного досвіду підтвердив перспективність використання ЕАБ для підвищення довговічності дорожніх покриттів транспортних споруд. Теоретична модель і критерій граничного стану, розроблені в рамках дослідження, дозволяють прогнозувати

термін служби ЕАБ покриттів з урахуванням впливу агресивного середовища та механічних навантажень. Експериментальні дослідження засвідчили високі фізико-механічні та термореологічні властивості ЕАБ, зокрема його стійкість до деформацій, колієутворення та водонасичення, що перевищує показники традиційних матеріалів. Запропонований метод оцінки довговічності та алгоритм проектування покриттів забезпечують оптимізацію складу ЕАБ, товщини покриття й технологічних параметрів, сприяючи підвищенню ефективності експлуатації. Техніко-економічне обґрунтування підтвердило економічну доцільність застосування ЕАБ, що дозволяє знизити експлуатаційні витрати більш ніж на 20 % завдяки зменшенню потреби в ремонтах і тривалішому терміну служби покриття.

Наукова новизна отриманих результатів

1. Розроблено комплексний метод оцінки довговічності дорожнього покриття на основі ЕЦМА, який враховує комбіновану дію транспортних навантажень, температурних коливань, залишкових деформацій, вологості та водоморозних циклів, температурної усадки та експлуатаційних умов. Метод базується на математичних моделях, що прогнозують водонасичення, міцність на стиск і розтяг залежно від вмісту епоксидних компонентів (15,0 %), тривалості (7 діб) і температури затвердіння (40 °C).

2. Вперше в Україні проведено систематичне дослідження впливу епоксидних компонентів (ТСМ LE-828, ДЕТА) і енергозберігальної добавки SASOBIT LC на властивості ЕЦМА, що дозволило встановити оптимальні параметри для забезпечення високої міцності, колієстійкості та водонепроникності.

3. Запропоновано аналітичні залежності для оцінки довговічності ЕЦМА, які враховують термореологічні та фізико-механічні характеристики матеріалу, що є новим підходом до проектування дорожніх покриттів.

4. Отримано подальший розвиток методів експериментальних досліджень ЕАБ, зокрема визначення термореологічних характеристик та фізико-механічних властивостей.

Практичне значення отриманих результатів

1. Розроблені рекомендації щодо складу ЕЦМАС (15,0 % епоксидних компонентів, 2,0 %) дозволяють знизити температуру виробництва суміші до 80 °C, що сприяє економії енергії та зниженню викидів CO₂.

2. Застосування ЕЦМА дає змогу відмовитися від гідроізоляційного шару та зменшити товщину покриття без втрати міцності, що знижує витрати на

будівництво та експлуатацію транспортних споруд.

3. Результати натурних спостережень на мостах через р. Тетерів та р. Ірша підтверджують потребу зменшення типових дефектів (колійності, тріщин, вибоїн), зокрема за рахунок застосування ЕАБ, що підвищить безпеку дорожнього руху та подовжить строк експлуатування дорожнього покриття до 18–20 років.

4. Запропонований метод оцінки довговічності може бути використаний для розроблення національних стандартів і нормативних документів, що регулюватимуть застосування ЕЩМА в Україні.

Особистий внесок здобувача

Особистий внесок Зеленовського Володимира Анатолійовича полягає у виконанні комплексного аналізу літературних джерел, розробленні методології дослідження, проведенні лабораторних випробувань і натурних спостережень, а також у створенні математичних моделей для прогнозування довговічності ЕЩМА. Автор самостійно розробив оптимальний склад ЕЩМАС, провів статистичну обробку даних, а також сформулював практичні рекомендації щодо застосування ЕЩМА в дорожньому будівництві.

Внесок здобувача підтверджується його участю в експериментальних дослідженнях ДП «НІРІ», аналізом натурних об'єктів і публікаціями результатів у наукових виданнях. Усі ключові положення роботи є результатом самостійної роботи автора, що свідчить про його значний внесок у вирішення поставленої наукової проблеми.

Повнота опублікування основних положень дисертаційної роботи

Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в п'яти наукових статтях у виданнях, що входять до переліку фахових видань України. Ці публікації охоплюють результати аналізу світового та національного досвіду, експериментальні дані щодо властивостей ЕЩМА, а також розроблені математичні моделі. Крім того, результати досліджень апробовано на наукових конференціях, зокрема міжнародних, що забезпечує повноту висвітлення основних положень роботи.

Публікації є репрезентативними та відповідають вимогам до дисертаційних досліджень на здобуття ступеня доктора філософії. Вони відображають ключові аспекти наукової новизни та практичного значення роботи, забезпечуючи її доступність для наукової спільноти.

Зауваження та побажання до дисертаційної роботи

1. У розділі 1 недостатньо уваги приділено аналізу економічної доцільності використання ЕАБ покриття на транспортних спорудах використовуючи світовий досвід, бракує техніко-економічних даних, які могли б переконливо довести його переваги у довгостроковій перспективі.

2. Розглянути можливість до розділу 3 долучити аналіз впливу технологічних порушень (наприклад, відхилень у режимах ущільнення чи температури укладання) на властивості ЕЩМА, що могло б посилити практичну спрямованість роботи.

3. У розділі 3 бажано було б додати аналіз впливу епоксидних компонентів на адгезію ЕЩМА до залізобетонної плити проїзної частини, що є критичним для транспортних споруд.

4. У тексті дисертаційної роботи зустрічаються поодинокі граматичні та орфографічні невідповідності.

Загальні висновки

В цілому, аналізуючи зміст дисертації на тему «Метод оцінки довговічності асфальтобетонного дорожнього покриття на транспортних спорудах», потрібно зазначити, що вона є завершеною науково-дослідною працею, яка містить низку нових наукових результатів, підтверджених експериментальними дослідженнями та практичними випробуваннями. Робота виконана на високому науковому рівні із застосуванням сучасних методів досліджень, математичного моделювання та аналізу фізико-механічних і термореологічних властивостей епоксидного асфальтобетону.

Дисертаційна робота включає науково обґрунтовані практичні рекомендації щодо проєктування, улаштування та оцінки довговічності асфальтобетонних дорожніх покриттів транспортних споруд із використанням епоксидного асфальтобетону. У ній вирішено важливу науково-практичну задачу, що полягає у підвищенні довговічності та надійності дорожніх покриттів шляхом впровадження методу оцінки довговічності з використанням епоксидного асфальтобетону, який враховує комплекс факторів впливу, зокрема від дії транспортних навантаж, температурних коливань, залишкових деформацій, вологи і водоморозних циклів, а також температурної усадки матеріалу.

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, наукову новизну та достовірність отриманих результатів, теоретичну і практичну цінність положень роботи, а також застосування сучасних методів експериментальних і аналітичних досліджень, дисертаційна робота Зеленовського Володимира Анатолійовича та

подані до розгляду публікації повністю відповідають вимогам пунктів 6–9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 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» (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ від 21.03.2022 № 341). Автор дисертаційної роботи, Зеленовський Володимир Анатолійович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

РЕЦЕНЗЕНТ

доцент кафедри дорожньо-
будівельних матеріалів і хімії,
Національного транспортного університету,
кандидат технічних наук, доцент

Сергій БАРАН



ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
вчений секретар Національного
транспортного університету
 Олександр ІВАНУШКО
«04» 14 2025 р.