

ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу
«Удосконалення технології санації тріщин в асфальтобетонному
покритті бітумно-полімерними герметизуючими матеріалами»,
представлену Гнатенко Романом Григоровичем
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю
05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми**

Дисертація, яка подана на відгук, складається з: вступу, п'яти розділів, трьох додатків, загальних висновків, списку використаних джерел з 140 найменувань та восьми додатків. Основний текст викладений на 136 сторінках, текст ілюструється 44 рисунками і містить 44 таблиці.

Актуальність теми дисертаційної роботи.

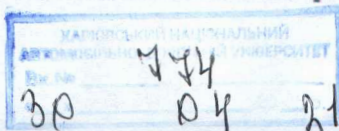
Досвід експлуатації автомобільних доріг підтверджує, що одним з найбільш поширених видів руйнувань асфальтобетонних покриттів дорожніх одягів є тріщини. Головною причиною утворення тріщин в асфальтобетонних покриттях є напруження розтягу, що виникають в результаті дії навантажень від транспортних засобів. Цьому також суттєво сприяє різке зниження температури та значні її перепади в зимовий період. При спільній дії вказаних факторів процеси утворення та накопичення тріщин в асфальтобетонних покриттях прискорюються і можуть проявитися уже в перший рік експлуатації. Тріщини утворюються різними за розмірами по ширині, довжині та глибині. Тріщини суттєво впливають на довговічність дорожнього одягу в цілому, оскільки порушують цілісність монолітних шарів, розділяючи їх на окремі блоки.

У дисертаційній роботі представлено вирішення важливої наукової практичної задачі, що полягає в підвищенні довговічності нежорстких дорожніх одягів шляхом герметизації тріщин в асфальтобетонному покритті бітумно-полімерними герметизуючими матеріалами з підвищеною теплостійкістю, холодостійкістю та міцністю зчеплення з асфальтобетонною поверхнею в зоні тріщини, а також використанні раціональних конструкторсько-технологічних рішень під час їхньої санації.

Тому актуальність дисертаційного дослідження, присвяченого підвищенню довговічності асфальтобетонного покриття за рахунок герметизації тріщин з одночасним врахуванням матеріалознавчих, конструкторських та технологічних аспектів, не викликає сумнівів, оскільки сприятиме повсюдному використанню даної технології.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалася відповідно до основних положень «Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» (розпорядження Кабінету міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р), «Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018-2022 роки» (постанова Кабінету міністрів України від 21.03.2018 р. № 382) та згідно з



тематикою науково-дослідних робіт Харківського національного автомобільно-дорожнього університету та планами науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт Державного агентства автомобільних доріг України у рамках виконання науково-дослідних робіт по темах № 162/35-93-12 «Провести дослідження та розробити рекомендації щодо технологій ремонту тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів» (державний реєстраційний № 0112U006524), № 13/35-38-14 «Переглянути ДСТУ Б В.2.7-136:2016 «Матеріали для заливки швів і тріщин покриттів автомобільних доріг. Загальні технічні вимоги» (державний реєстраційний № 0114U004633), № 35-03-17 «Дослідження рецептур бітумних мастик для герметизації тріщин дорожніх покриттів, з урахуванням особливостей температурних умов застосування та технологій їх приготування» (державний реєстраційний № 0117U005851), № 36/35-16-17 «Провести дослідження та розробити національний стандарт з герметизації тріщин в покритті нежорсткого дорожнього одягу» (державний реєстраційний № 0117U003618).

Аналіз основного змісту роботи та наукової новизни отриманих результатів.

Основні наукові положення дисертаційної роботи Гнатенка Р.Г. полягають у теоретичному обґрунтуванні і новому вирішенні науково-практичної задачі підвищення довговічності нежорстких дорожніх одягів санацією тріщин в асфальтобетонному покритті на основі встановлення закономірностей впливу складників герметизуючих матеріалів на їх теплостійкість, холодостійкість та міцність зчеплення з поверхнею асфальтобетону в тріщині.

Аналіз змісту дисертації Гнатенка Р.Г. дає змогу оцінити її як закінчене наукове дослідження, результати якого мають достовірну наукову і технічну інформацію щодо герметизації тріщин в асфальтобетонному покритті з одночасним врахуванням матеріалознавчих, конструкторських та технологічних аспектів.

У *вступі* обґрунтовано вибір теми дослідження та її актуальність, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено їх наукову новизну та практичну цінність.

У *розділі 1* проведено аналітичний огляд літературних джерел з причин виникнення основних типів тріщин в асфальтобетонних шарах дорожніх одягів і зарубіжного досвіду виробництва та використання мастик в технології санації тріщин в асфальтобетонних шарах покриттів.

Автором встановлено, що більшість результатів досліджень щодо впливу класу та концентрації полімерів, пластифікаторів, наповнювачів різного генезису на фізико-механічні властивості були отримані для бітумно-полімерних гідроізоляційних та покрівельних матеріалів. Вплив вказаних складників на властивості бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів на основі окислених нафтових дорожніх бітумів є менше дослідженим.

На підставі виконаного аналізу автором зроблено висновок про відсутність в Україні методики визначення показника міцності зчеплення

термопластичних бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів з асфальтобетонною поверхнею.

Розділ 2 присвячено теоретичним передумовам досліджень.

Теоретично обґрунтовано можливість формування структури, яка забезпечує одночасно високу холодостійкість, еластичність, теплостійкість та міцність зчеплення бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів гарячого застосування з торцевими поверхнями тріщини в асфальтобетонному покритті дорожніх одягів в експлуатаційному діапазоні температур. Показано, що холодостійкість та теплостійкість бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів визначається вмістом мальтенової частини у вихідному матричному бітумі, вмістом пластифікуючого та полімерного складників, а також дрібнодисперсних наповнювачів.

На основі схем формування слабких граничних шарів в зоні контакту між бітумно-полімерним герметизуючим матеріалом та асфальтобетонною поверхнею в тріщині зроблено висновок, що основним чинником, який впливає на довготривалу водонепроникність загерметизованих тріщин в асфальтобетонному покритті дорожнього одягу, є здатність бітумно-полімерного герметизуючого матеріалу утворювати міцні адгезійні зв'язки з торцевою поверхнею асфальтобетону в тріщині.

У **Розділі 3** наведена характеристика прийнятих для дослідження матеріалів та методів дослідження.

Як складники бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів для порівняльних досліджень були використані окислені нафтові дорожні бітуми, полімерний модифікатор термоеластопласт класу SBS, водний катіонний латекс серії «Butonal NS 198», пластифікатор, дрібнодисперсні мінеральні наповнювачі.

Експериментальні дослідження виконували з використанням як стандартних методів випробувань бітумів, бітумних композицій, дрібнодисперсних наповнювачів, так і додаткових методів, що дозволяють більш повно характеризувати вплив складників на властивості досліджуваних герметизуючих матеріалів.

Розділ 4 присвячено експериментальному дослідженню.

Показано, що зниження температури крихкості та гнучкості термопластичних бітумно-пластичних герметизуючих матеріалів при низьких температурах забезпечується збільшенням вмісту пластифікуючого складника у вихідному матричному бітумі. Встановлено, що збільшенням вмісту полімеру класу термоеластопластів та катіонного латексу у складі пластифікованого матричного бітуму досягається підвищення еластичності та теплостійкості бітумно-полімерного герметика за критерієм температури розм'якшення.

Показано, що зі збільшенням концентрації дрібнодисперсних наповнювачів у складі бітумно-полімерного герметизуючого матеріалу його температура розм'якшення та щільність зростають. Одночасно збільшення вмісту наповнювачів викликає погіршення показників холодостійкості та еластичності мастик.

Розроблено методику експериментального визначення міцності зчеплення герметизуючих матеріалів гарячого застосування з поверхнею

асфальтобетону за методом рівномірного відривання адгезиву від субстрату. За розробленою методикою експериментально досліджено закономірності впливу температури поверхні асфальтобетону в зоні тріщини під час її герметизації та складу бітумної полімерних герметизуючих матеріалів на міцність зчеплення між ними.

У **розділі 5** наведені рекомендації щодо технологій герметизації тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів та висвітлені дані щодо практичного впровадження результатів виконаних досліджень.

За розробленими рекомендаціями були виконані роботи з санації тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів на автомобільних дорогах в Харківській, Волинській, Дніпропетровській, Рівненській, Львівській, Сумській та Чернігівській областях загальною протяжністю 548 710,70 погонних метрів.

Результати досліджень впроваджені під час розробки для дорожньої галузі України державних стандартів ДСТУ Б В.2.7-136:2016 «Матеріали для герметизації швів і тріщин в покриттях дорожніх одягів автомобільних доріг. Загальні технічні вимоги», ДСТУ 8873:2019 «Автомобільні дороги. Настанова з герметизації тріщин», а також галузевих рекомендацій Р В. 3.2-02071168-825:2013 «Рекомендації щодо технологій ремонту тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів з використанням бітумно-полімерних мастик або герметиків».

В додатках наведено значення зусилля відриву бітумно-полімерного герметика, довідки про впровадження результатів роботи, список публікацій здобувача та відомості про апробацію результатів роботи.

Наукова новизна роботи полягає у наступних положеннях:

- дістали подальшого розвитку теоретичні і експериментальні дослідження закономірностей формування структури, її впливу на властивості термопластичних бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів на основі окислених нафтових дорожніх бітумів та формування адгезійних зв'язків між ними та поверхнею асфальтобетону в тріщині;

- вперше встановлено закономірності комплексного впливу вмісту та марки окисленого нафтового дорожнього бітуму, кількості модифікуючих добавок полімерів, пластифікатора та різних за генезисом наповнювачів на показники властивостей бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів. Показано, що інтенсивність зменшення дуктильності, еластичності та холодостійкості герметизуючих матеріалів більшою мірою зростає при збільшенні у їх складі вмісту мінеральних наповнювачів ніж дрібнодисперсної гумової крихти;

- вперше розроблено методику оцінювання міцності зчеплення термопластичних бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів з поверхнею асфальтобетону в тріщині та досліджено закономірності впливу температурних режимів об'єднання термопластичних герметизуючих матеріалів із субстратом на адгезійну міцність;

- встановлено, що на формування міцних адгезійних зв'язків між бітумно-полімерним герметизуючим матеріалом та поверхнею асфальтобетону в зоні тріщини одночасно впливає підвищення температури асфальтобетонного покриття при виконанні робіт з герметизації тріщин та

асфальтобетону за методом рівномірного відривання адгезиву від субстрату. За розробленою методикою експериментально досліджено закономірності впливу температури поверхні асфальтобетону в зоні тріщини під час її герметизації та складу бітумної полімерних герметизуючих матеріалів на міцність зчеплення між ними.

У розділі 5 наведені рекомендації щодо технологій герметизації тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів та висвітлені дані щодо практичного впровадження результатів виконаних досліджень.

За розробленими рекомендаціями були виконані роботи з санації тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів на автомобільних дорогах в Харківській, Волинській, Дніпропетровській, Рівненській, Львівській, Сумській та Чернігівській областях загальною протяжністю 548 710,70 погонних метрів.

Результати досліджень впроваджені під час розробки для дорожньої галузі України державних стандартів ДСТУ Б В.2.7-136:2016 «Матеріали для герметизації швів і тріщин в покриттях дорожніх одягів автомобільних доріг. Загальні технічні вимоги», ДСТУ 8873:2019 «Автомобільні дороги. Настанова з герметизації тріщин», а також галузевих рекомендацій Р В. 3.2-02071168-825:2013 «Рекомендації щодо технологій ремонту тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів з використанням бітумно-полімерних мастик або герметиків».

В додатках наведено значення зусилля відриву бітумно-полімерного герметика, довідки про впровадження результатів роботи, список публікацій здобувача та відомості про апробацію результатів роботи.

Наукова новизна роботи полягає у наступних положеннях:

- дістали подальшого розвитку теоретичні і експериментальні дослідження закономірностей формування структури, її впливу на властивості термопластичних бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів на основі окислених нафтових дорожніх бітумів та формування адгезійних зв'язків між ними та поверхнею асфальтобетону в тріщині;

- вперше встановлено закономірності комплексного впливу вмісту та марки окисленого нафтового дорожнього бітуму, кількості модифікуючих добавок полімерів, пластифікатора та різних за генезисом наповнювачів на показники властивостей бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів. Показано, що інтенсивність зменшення дуктильності, еластичності та холодостійкості герметизуючих матеріалів більшою мірою зростає при збільшенні у їх складі вмісту мінеральних наповнювачів ніж дрібнодисперсної гумової крихти;

- вперше розроблено методику оцінювання міцності зчеплення термопластичних бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів з поверхнею асфальтобетону в тріщині та досліджено закономірності впливу температурних режимів об'єднання термопластичних герметизуючих матеріалів із субстратом на адгезійну міцність;

- встановлено, що на формування міцних адгезійних зв'язків між бітумною полімерним герметизуючим матеріалом та поверхнею асфальтобетону в зоні тріщини одночасно впливає підвищення температури асфальтобетонного покриття при виконанні робіт з герметизації тріщин та

зменшення концентрації наповнювача в мастичному герметизуючому матеріалі.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

- результати досліджень були використані при розробці нормативного документу ДСТУ Б В.2.7-136:2016 «Матеріали для герметизації швів і тріщин в покриттях дорожніх одягів автомобільних доріг. Загальні технічні вимоги», ДСТУ 8873:2019 «Автомобільні дороги. Настанова з герметизації тріщин», а також рекомендацій Р В. 3.2-02071168-825:2013 «Рекомендації щодо технологій ремонту тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів з використанням бітумної полімерних мастик або герметиків», що увійшли у фонд нормативних документів Державного агентства автомобільних доріг України;

- здійснено впровадження результатів експериментальних досліджень у виробничих умовах при поточному ремонті дорожнього одягу на автомобільних дорогах М-03 «Київ-Харків-Довжанський» у межах Харківської області, М-07 «Київ-Ковель-Ягодин» у межах Волинської та Рівненської областей, М-02 «Кіпті-Глухів-Бачівськ» у межах Сумської області та інших. Загальна протяжність загерметизованих тріщин за період з 2014 по 2020 роки складає 548 710,70 пог. м;

- результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті у лекційних курсах «Експлуатація автомобільних доріг», «Інноваційні технології експлуатації автомобільних доріг», а також у дипломне проектування для студентів, що навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків.

Достовірність отриманих у роботі результатів підтверджена: теоретичними та експериментальними дослідженнями, в основу яких покладено відтворення особливостей процесів структуроутворення бітумно-полімерних герметизуючих матеріалів на границі контакту з асфальтобетонним покриттям в зоні тріщини та їх вплив на формування міцних адгезійних зв'язків, математичною статистикою, а також виконанням значного обсягу лабораторних та натурних досліджень стану асфальтобетонних покриттів дорожніх одягів автомобільних доріг, співставленням з достовірними даними закордонних технічних документів і результатами інших авторів, узгодженістю теоретичних гіпотез з отриманими експериментальними даними.

Редакційна оцінка.

Дисертація є науковим рукописом з логічною і чіткою структурою, написаним професійною мовою, має оптимальний обсяг і розбиття на розділи та параграфи. Рукопис достатньо ілюстровано.

Повнота публікацій. Апробація роботи.

Основні положення дисертаційної роботи Гнатенка Р.Г. опубліковані у 16 наукових працях, у тому числі: 4 у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; 1 стаття у закордонному виданні, яке включено до наукометричної бази Scopus; 7 праць апробаційного характеру у

збірниках наукових конференцій; 3 праці додатково відображають наукові результати дисертації; 1 патент.

Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на науково-технічних конференціях, включно з міжнародними, в період з 2009 по 2020 рік, а також на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників ХНАДУ (м. Харків, 2012–2020).

Повноту публікацій і апробацію роботи можна вважати достатньою.

Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації.

Зауваження по змісту та суті дисертаційної роботи.

1. Подекуди автор відходить від критичного огляду літературних джерел на користь констатації загально відомих положень, різних інженерно-технічних рішень і класифікацій.

2. В п. 2.1 рисунок 2.3 має не зовсім коректну назву – «Види руйнувань адгезійних зв'язків», хоча на окремих зображеннях мова йде про когезійний і адгезійно-когезійний вид руйнування.

3. В п. 3.1 доцільно було б більш детально пояснити вибір полімерних добавок, що застосовуються для приготування герметиків та мастик.

4. В п. 3.2 таблиці 3.11 наведені температури асфальтобетонного зразка при нанесенні герметизуючого матеріалу в діапазоні від $+10^{\circ}\text{C}$ до $+80^{\circ}\text{C}$, однак не надається роз'яснення необхідності проведення експерименту саме в цьому діапазоні.

5. В назві таблиці 4.3 мабуть допущена друкарська помилка, бо вказана не існуюча марка бітуму БНД 50/700.

6. В п.4.2 при аналізі отриманих експериментальних даних вказується, що показник гнучкості зростає з збільшенням кількості будь-якого наповнювача, без обґрунтування-пояснення даної закономірності.

7. Необхідно було б в рекомендаціях, що наведені в п. 5.1, вказати чисельні значення температури оточуючого середовища, за якої можна проводити герметизацію тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів.

8. Оцінку економічної ефективності від своєчасної ліквідації тріщин в асфальтобетонному шарі покриття дорожніх одягів коректніше було б проводити не порівнянням собівартостей мастики і герметика, які досліджувались в роботі, а порівнянням собівартостей запропонованої мастики з найбільш розповсюдженим аналогом, в тому числі і іноземного виробництва.

Заключний висновок.

1. Відзначені вище зауваження по дисертаційній роботі не ставлять під сумнів основні результати досліджень і, переважно, є побажаннями для наступної наукової роботи.

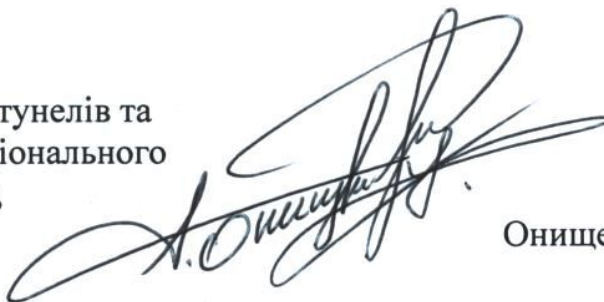
2. Дисертаційна робота на тему «Удосконалення технології санації тріщин в асфальтобетонному покритті бітумно-полімерними герметизуючими матеріалами» є актуальним, завершеним дослідженням, яке містить наукову новизну, має теоретичне та практичне значення. Значимість дисертаційної роботи Гнатенка Р.Г. полягає в теоретичному узагальненні і

новому вирішенні науково-практичної задачі розробки ефективного герметизуючого матеріалу, що використовується за удосконаленою технологією санації тріщин, включно з розробленням методики оцінювання міцності його зчеплення з поверхнею асфальтобетону в тріщині.

3. Отримані теоретичні і експериментальні результати дають змогу зробити висновок про відповідність дисертаційної роботи Гнатенка Р.Г. паспорту спеціальності 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми.

4. Представлений у дисертації матеріал за актуальністю, науковою та практичною цінністю, об'ємом і глибиною досліджень відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 (зі змінами і доповненнями) щодо кандидатських дисертацій, а її автор Гнатенко Роман Григорович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри «Мостів, тунелів та
гідротехнічних споруд» Національного
транспортного університету,
проф., д.т.н., доцент



Онищенко А.М.

Підпис проф. Онищенко А.М. посвідчую:
Вчений секретар Національного
транспортного університету,
проф., к.т.н.



Мельниченко О.І.