

Голові разової спеціалізованої ради у
Національному університеті «Львівська політехніка»,
д.т.н., професору Олегу ГРИНИШИНУ

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Бідося Володимира Миколайовича

“ Надстійкі катіонні бітумні емульсії для дорожнього будівництва”

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

галузь знань 19 Архітектура та будівництво.

Актуальність теми дисертаційної роботи. Висока стабільність бітумних емульсій є ключовою технічною вимогою для реалізації сучасних дорожньо-будівельних технологій. Такі емульсії забезпечують тривалу та рівномірну змішуваність із мінеральними матеріалами, дозволяючи формувати гомогенні суміші з ефективним обволіканням зерен заповнювача. Ця властивість є визначальною для їхнього успішного застосування в технологіях холодного ресайклінгу, просочення, стабілізації та укріплення ґрунтів, а також при виготовленні литих емульсійно-мінеральних сумішей. Вирішальним фактором при створенні емульсій із заданими характеристиками є тип та концентрація емульгатора. Хоча для отримання надстійких систем можна збільшувати дозування емульгаторів, призначених для повільнорозпадних емульсій, більш перспективним є використання спеціалізованих поверхнево-активних речовин. Такий підхід дозволяє зменшити вміст як самого емульгатора, так і кислоти, необхідної для його дії, що позитивно впливає на технічні, економічні та екологічні характеристики катіонних бітумних емульсій. Отже, обґрунтованість застосування таких емульсій у конструкціях дорожніх шарів полягає в їхній підвищеній стійкості до передчасного розпаду, високій стабільності під час зберігання і транспортування, а також у можливості тривалого технологічного використання емульсійно-мінеральних сумішей до моменту їхнього укладання та остаточного формування структури.

Аналіз змісту дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів основної частини, загальних висновків, списку використаної літератури та п'яти додатків.

Загальний обсяг дисертації становить 175 сторінок друкованого тексту, зокрема: 129 сторінок основної частини, що має 42 рисунки і 47 таблиць; 12 сторінок списку використаної літератури, що містить 120 джерела, та 15 сторінок додатків.

Вступ (обсягом 4 сторінки) охоплює такі складові: обґрунтування актуальності обраної теми дисертаційного дослідження, формулювання мети та основних завдань роботи, визначення об'єкта і предмета дослідження, характеристику використаних методів, виклад наукової новизни й практичної значущості одержаних результатів, уточнення особистого внеску автора в проведення досліджень, відомості про апробацію матеріалів та наявні публікації, а також опис структури та загального обсягу дисертації.

У **першому розділі** дисертаційної роботи (19 сторінок) здійснено аналіз наукової літератури, який показав, що питання застосування надстійких катіонних бітумних емульсій у бітумно-емульсійних технологіях досі залишаються недостатньо вивченими на світовому рівні. В Україні такі емульсії не використовуються, а за кордоном їх застосування є поодиноким. Актуальність проведеного дослідження зумовлена перспективністю впровадження надстійких катіонних емульсій у дорожні технології. За умови належного підбору складу таких емульсій можливо досягти покращених показників розпаду та стійкості під час зберігання. У розділі також сформульовано наукову гіпотезу, окреслено мету та основні завдання дослідження.

У **другому розділі** дисертаційної роботи (18 сторінок) представлено методики дослідження бітумів, використаних для виготовлення бітумних емульсій. Дослідження виконано відповідно до чинних технічних вимог: бітум – згідно з нормативами для окиснених бітумів, емульгатори – згідно з вимогами до ПАР-добавок для дорожніх бітумів. Фізико-технічні характеристики катіонних бітумних емульсій визначалися за методиками, наведеними у ДСТУ Б В.2.7-129:2013, а також за стандартами ДСТУ EN. Випробування литих емульсійно-мінеральних сумішей включали визначення когезійної міцності, швидкості розпаду та втрати матеріалу внаслідок вологоабразивного зносу. Для матеріалів холодного ресайклінгу проведено серію випробувань на водонасичення, щільність, зміну маси та міцність при стисканні за різних температур і строків витримки. Дослідження стабілізованих емульсією ґрунтів виконувалося відповідно до ДСТУ Б В.2.7-309:2016. Загальна логіка досліджень чітко структурована та подана у вигляді інформативної блок-схеми.

У **третьому розділі** дисертаційної роботи (35 сторінок), автором проведено комплексне дослідження фізико-хімічних властивостей компонентів, які беруть участь у бітумно-емульсійних технологіях. Зокрема, охарактеризовано бітум, емульгатори, кам'яні матеріали, фрезерований асфальтобетон та ґрунти. Такий підхід дозволяє глибше розуміти взаємодію між компонентами суміші та їх вплив на кінцеві характеристики дорожніх матеріалів. Важливим елементом дослідження є вибір двох бітумів різного походження, що дозволило автору забезпечити варіативність у підборі сировини.

Окрему увагу приділено підбору емульгаторів. Автором вибрано чотири амонієві емульгатори та розроблено рецептури бітумних емульсій із різним вмістом емульгатора — мінімальним, середнім та максимальним. Усі отримані емульсії продемонстрували належну стабільність, що є надзвичайно важливим фактором для їх практичного застосування в дорожньому будівництві.

Особливо цінним є встановлення впливу складу емульсії на її швидкість розпаду. Автором доведено, що запроектовані емульсії характеризуються дуже повільним розпадом, що дає змогу суттєво збільшити час життєздатності суміші, а відтак — оптимізувати процес її транспортування та укладання.

Крім того, у роботі розкрито залежність процесу схоплювання суміші не лише від типу кислоти, яка застосовується в технології, але й від властивостей емульгатора. Це свідчить про глибоке розуміння автором складних фізико-хімічних процесів, що лежать в основі бітумно-емульсійних технологій.

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи (44 сторінки) представлено змістовне дослідження технології литих емульсійно-мінеральних сумішей (ЛЕМС), з урахуванням чутливості матеріалу до складу, зокрема компонентів бітумної емульсії. Автор обґрунтовано підійшов до розробки складів сумішей із варіативним вмістом регулятора розпаду та різними типами емульсій, що дозволило визначити вплив цих чинників на час розпаду та когезійну міцність. Встановлено залежність часу розпаду від типу емульгатора та варіативність впливу регулятора, що свідчить про комплексний підхід до аналізу взаємодії компонентів.

Особливу увагу приділено сумішам з емульгатором E4875 NPF на основі соляної кислоти, які при температурі 20°C мали тривалий час розпаду (>600 с), що обумовило подальші дослідження при підвищених температурах. Результати підтвердили доцільність

застосування таких емульсій у теплих кліматичних умовах (близько 30°C), де час розпаду оптимізується до 180 с. Когезійна міцність таких сумішей вимагає підвищеного вмісту емульгатора, що логічно пов'язано з хімічною активністю матеріалів.

Автор також чітко окреслює, що регулювання часу розпаду можливе виключно за рахунок води та регулятора розпаду, оскільки саме вони суттєво впливають на швидкість формування когезійної міцності.

У частині, присвяченій технології холодного ресайклінгу, проведено випробування сумішей з фрезерованим матеріалом та комплексним в'язучим. Досліджено фізико-механічні характеристики, зокрема втрату маси зразків, що корелюється з вмістом води: найбільші втрати спостерігаються при 2% емульсії, найменші — у зразках без емульсії. Встановлено, що водонасичення і міцність зразків залежить від кількості емульсії: оптимальні значення досягаються при правильному балансі компонентів.

Загалом, розділ відзначається високим рівнем експериментальної обґрунтованості, логічною послідовністю викладення матеріалу та науковою новизною. Автор демонструє глибоке розуміння предмету дослідження, а отримані результати мають практичне значення для вдосконалення технологій дорожнього будівництва.

У **п'ятому розділі** (7 сторінок) наведено результатам впровадження надстійких бітумних катіонних емульсій у технології литих емульсійно-мінеральних сумішей (ЛЕМС) та холодного ресайклінгу (ХР). Автор переконливо демонструє практичне застосування розробок, що знайшли впровадження не лише у виробництві, але й у навчальному процесі кафедри автомобільних доріг та мостів Національного університету «Львівська політехніка». Матеріали дисертації використовуються в лекційних і лабораторних заняттях для підготовки студентів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (освітньо-професійна програма «Автомобільні дороги та аеродроми»), зокрема в рамках дисципліни «Сучасні матеріали та технології в дорожньому будівництві».

Окремо заслуговує на увагу проведене техніко-економічне обґрунтування доцільності використання емульгатора Redicote E4875 NPF. Незважаючи на більшу витрату соляної кислоти для досягнення необхідного рівня рН, економічні розрахунки свідчать про зменшення загальної вартості 1 тонни бітумної емульсії на 1,78% у порівнянні з Redicote E11. Вартість 1 тонни ЛЕМС з використанням цієї емульсії знижується на 19,5%, що є суттєвим показником ефективності. Для ХР економія становить

менше 1%, а для стабілізації ґрунтів — 1,66%.

У **загальних висновках** (2 стор.) узагальнено основні результати дисертаційного дослідження, підтверджено досягнення поставленої мети та виконання всіх дослідницьких завдань.

Додатки (14 стор.) містять результати експериментальних досліджень, а також документи, що засвідчують впровадження напрацювань у практичну діяльність та освітній процес.

Дисертаційна робота має логічну, послідовну структуру, її розділи взаємопов'язані та доповнюють один одного.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, достовірність і новизна досліджень

У дисертації проведено глибокий аналітичний огляд, сформульовано гіпотезу, обґрунтовано теоретичні засади використання надстійких бітумних емульсій та розроблено матеріали на їх основі. Експериментальні результати підтверджують теоретичні положення, а висновки та рекомендації корелюють із сучасними науковими уявленнями і підкріплені лабораторними дослідженнями та практичною апробацією, що свідчить про їх обґрунтованість.

Достовірність результатів забезпечується застосуванням комплексу взаємодоповнюючих незалежних методів дослідження. Велика кількість отриманих даних, широке використання методів планування експерименту та їх узгодженість з експериментальними дослідженнями і розрахунками дозволили автору вивести правильні закономірності і на цій основі зробити обґрунтовані висновки.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

- Вперше теоретично обґрунтовано та підтверджено експериментально можливість отримання катіонних бітумних емульсій з високими показниками стійкості до розпаду та тривалого зберігання шляхом використання спеціальних емульгаторів — так званих надстійких емульсій.
- Розроблено та оптимізовано склади таких емульсій із покращеними характеристиками.

- Розвинено уявлення про структуроутворюючу роль надстійких емульсій у литих емульсійно-мінеральних сумішах та матеріалах для холодного ресайклінгу, що сприяє підвищенню технологічних властивостей сумішей.

- Проведено порівняльний аналіз результатів дослідження розпаду та стійкості емульсій за різними методиками, встановлено кореляцію між стандартними та спеціальними показниками, що дозволяє використовувати емульсії у специфічних технологіях литих емульсійно-мінеральних сумішей і холодного ресайклінгу.

Практичне значення роботи полягає в можливості підвищення стабільності емульсій при зберіганні і транспортуванні, що дозволяє продовжити строки їх використання в дорожньому будівництві. Застосування надстійких катіонних бітумних емульсій дозволяє значно покращити логістику і якість технологічних процесів.

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі світового досвіду використання бітумних катіонних емульсій у дорожньому будівництві, у постановці мети та завдань дослідження, плануванні експериментальних досліджень та особистому їх виконанні, дослідженні можливості використання надстійких бітумних катіонних емульсій у таких дорожніх технологіях, як холодний ресайклінг, стабілізація ґрунтів, литих емульсійно-мінеральних сумішах, узагальнення отриманих результатів, практичному впровадженні результатів та формулюванні висновків.

Академічна доброчесність. У дисертаційній роботі відсутні ознаки академічного плагіату чи інших порушень академічної доброчесності. Робота виконана самостійно, у повній відповідності до встановлених норм.

Відповідність вимогам. Дисертація Бідося Володимира Миколайовича «Надстійкі катіонні бітумні емульсії для дорожнього будівництва» є завершеним самостійним науковим дослідженням, що має вагоме теоретичне та практичне значення. Її зміст чіткий, логічний та структурований. Робота відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України щодо обсягу, структури, наукового рівня та кількості публікацій, які пред'являються до здобувача наукового ступеня доктора філософії.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

- 1) У роботі вказано, що смуги поглинання, що знаходяться у межах 3600-2950 см⁻¹ відповідають наявності зв'язків у групах COOH і OH, наявність цих зв'язків позначається на модулі пружності бітумів, їх температурі крихкості та інтервалі

пластичності, але відсутня інформація про зміну цих показників у залишковому в'язучому.

2) У роботі не досліджено склади сумішей за методом холодного ресайклінгу із бітумними емульсіями на ортофосфорній кислоті.

3) Вказано, що під час ущільнення суміші виготовленої за методом холодного ресайклінгу виділяється емульсія та вода, проте виконано лише порівняння втрати маси зразків із яких виділяється вода, відсутні аналогічні дослідження для зразків, де виділялась емульсія.

Ці зауваження є в основному поверхневими і стосуються формальних аспектів оформлення роботи, а не обмежують значущість досліджень, актуальність теми та компетентність автора.

Загальний висновок. Зміст роботи - чіткий та зрозумілий. Робота має важливе наукове значення та представляє значний практичний інтерес. Загальна характеристика дисертації - позитивна. Вважаю, що робота відповідає галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Дисертаційна робота Бідося Володимира Миколайовича "Надстійкі катіонні бітумні емульсії для дорожнього будівництва" є самостійною й завершеною працею. Робота за своїм змістом та оформленням відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «Порядку присудження ступеня доктора філософії ...», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року, а її автор, Бідось Володимир Миколайович, - заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Рецензент

Доцент кафедри «Технології органічних продуктів»
Національного університету «Львівська політехніка»,
доц., к.т.н.



Юрій ХЛІБИШИН

