

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Гідея Володимира Володимировича
на тему: **«Композиційні системи з використанням термоактивованих відходів
паперового виробництва для дорожнього будівництва»**,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
з галузі знань 19 Архітектура та будівництво

Актуальність роботи. Сучасний розвиток будівельної галузі характеризується стрімким зростанням застосування цементного бетону, який став основним матеріалом для різних видів капітального будівництва, в тому числі дорожнього. Проте значний вуглецевий слід портландцементу як основного гідралічного в'язучого в цементобетонах вимагає пошуку шляхів зниження його витрати та підвищення ефективності його використання. Крім цього, розвиток сучасної транспортної інфраструктури передбачає підвищення вимог щодо довговічності і надійності функціонування та експлуатації дорожнього покриття в умовах постійно зростаючого транспортного навантаження, збільшення інтенсивності та швидкості руху. У зв'язку з цим, дослідження у галузі цементобетонів базуються на трьох напрямках: енергоефективність, ресурсозбереження та підвищення довговічності. Тому значний інтерес з наукової та практичної точки зору представляє використання відходів промисловості як компонентів цементобетону, що відповідає концепції сталого розвитку та економіки замкнутого циклу. Значна кількість макулатурного скопу, яка продукується у світі та Україні зокрема, залишається у відвалах, забруднюючи довкілля. Оптимальним розв'язанням проблеми їх утилізації є комплексне використання енергетичного ресурсу його органічної складової як альтернативного палива з подальшим залученням утворених термооброблених відходів у будівельну індустрію, зокрема у дорожнє будівництво. Тому розроблення композиційних систем з використанням термоактивованих відходів паперового виробництва для дорожнього будівництва є актуальним завданням.

Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри. Тема дисертації Гідея В.В. відповідає науковому напрямку кафедри автомобільних доріг та мостів «Розробка ефективних технологій для будівництва та ремонту дорожніх одягів». Дисертація виконана в межах госпдоговірної науково-дослідної роботи № 1/67/2021/632 «Проведення досліджень зольного шлаку від спалювання скопу макулатурного».

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, теоретично обґрунтовані і підтверджені результатами експериментальних досліджень з використанням математичного планування експерименту та сучасних методів досліджень, що включають рентгенофазовий, диференційно-термічний аналіз, растрову електронну

мікроскопію. Достовірність результатів забезпечується застосуванням стандартних методів та апробованих методик, використанням повірених засобів виміральної техніки та обладнання і відтворюваністю експериментальних результатів.

Наукова новизна дисертаційної роботи визначається у розробленні принципів створення композиційних в'язучих систем з використанням термоактивованих відходів паперового виробництва за рахунок направленою регулювання процесів раннього структуроутворення комплексними хімічними добавками поліфункціональної дії. Встановлено механізм активації доменних гранульованих шлаків термоактивованими відходами паперового виробництва в безклінкерних композиціях та розкрито структуроутворювальну роль регульованих термоактивованих відходів як додаткового цементуючого матеріалу в складі дорожнього цементобетону. Виявлені особливості укріплення ґрунтів в присутності регульованих термоактивованих відходів паперового виробництва. Набули подальшого розвитку принципи проектування дорожніх бетонів з використанням термоактивованих відходів паперового виробництва за критеріями міцності та довговічності.

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у розробленні оптимальних складів цементних бетонів з підвищеними фізико-механічними характеристиками, силовими та енергетичними характеристиками тріщиностійкості на основі композиційних систем з використанням термоактивованих відходів, а також складів для укріплення ґрунтів з заміною портландцементу регульованими термоактивованими відходами. Результати досліджень пройшли промислову апробацію при влаштуванні шарів основи на об'єкті «Нове будівництво ЦПС 35/110 кВ «Яворівська ВЕС/СЕС» на території Яворівського району Львівської області.

Обсяг і структура дисертації. Дисертація складається з вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 113 найменувань та 4 додатків. Робота викладена на 136 сторінках, у тому числі 98 сторінок основного тексту, 34 таблиці, містить 34 рисунки, 11 сторінок списку використаних джерел та додатків. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

Аналіз змісту дисертації.

У першому розділі розглянуто і проаналізовано новітні тенденції застосування відходів паперового виробництва як складових композиційних систем для дорожнього будівництва, а також напрямки покращення властивостей елементів конструкцій дорожнього одягу. За результатами огляду літературних джерел встановлено, що ефективними напрямками утилізації паперових відходів у транспортному будівництві є влаштування шарів дорожнього одягу з ґрунтів, укріплених в'язучими на основі ТАВ, а також використання ТАВ як додаткового цементуючого матеріалу у складі дорожніх бетонів. Проаналізовано особливості впливу ТАВ на властивості в'язучих на основі портландцементу та будівельно-експлуатаційні властивості композитів на їх основі. Перший розділ базується на опрацюванні сучасних літературних джерел, критичний огляд яких дав змогу чітко сформулювати мету, завдання досліджень та наукову гіпотезу.

У другому розділі наведено характеристику використаних матеріалів та використаних методів досліджень. Представлено блок-схему, яка у логічній послідовності відображає структуру та етапи теоретичних та експериментальних досліджень.

У третьому розділі вивчено процеси фазоутворення в мінеральній частині макулатурного скопу, який містить карбонатно-глинисту сировину, при підвищенні температури, що моделює процеси при спалюванні скопу. Показано, що термоактивовані відходи містять гідравлічноактивні фази β - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$, $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$.

Доведено, що необхідною умовою, яка забезпечує гідратаційне тверднення термоактивованих відходів є обов'язкове регулювання процесів їх раннього структуроутворення шляхом використання добавок, які сповільнюють тужавіння. Розроблено ефективну комплексну добавку на основі 7,0 мас.% $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ та 1,0 мас.% винної кислоти, використання якої забезпечує регульовані терміни тужавіння та підвищені показники міцності. Досліджено особливості процесів структуроутворення термоактивованих відходів з комплексною регулюючою добавкою. Запропоновано технологічну схему виготовлення регульованих термоактивованих відходів.

Четвертий розділ присвячений розробленню систем з використанням регульованих термоактивованих відходів (РТАВ) для укріплення різних типів ґрунтів (суглинистого піску, супіску, глинистого суглинку та піщаної глини), дослідженню будівельно-технічних властивостей укріплених ґрунтів. Показано, що використання РТАВ як заміна портландцементу забезпечує укріплення шару земляного полотна, досягнення високих показників морозостійкості та міцності з отриманням марок укріпленого ґрунту М20, М40 та М60. Виявлено закономірності процесів направленої структуроутворення в системі «ґрунт – регульовані термоактивовані відходи – вода», які забезпечують зміцнення шару земляного полотна з досягненням необхідних фізико-механічних характеристик.

У п'ятому розділі розроблено склади бетонів з добавкою РТАВ для дорожнього будівництва та визначено їх експлуатаційні властивості. Проведені дослідження показали ефективність використання регульованих термоактивованих відходів в складі композиційної системи «доменний гранульований шлак – регульовані термоактивовані відходи», в якій відбувається активація тверднення шлакової складової з утворенням додаткової кількості структурно-активних фаз. З використанням методу математичного планування експерименту оптимізовано склади дорожніх цементобетонів. Показано, що 5,0 мас.% РТАВ та 0,8 мас.% суперпластифікатора забезпечують активну кінетику набору ранньої міцності, найвищий рівень показників міцності бетону на розтяг при згині, що відповідає класу В_{тб} 6,4 та досягнення класу бетону за міцністю на стиск С40/50. Визначено силові та енергетичні характеристики тріщиностійкості бетонів. Встановлено позитивний вплив 5 мас.% РТАВ на роботу бетону як в докритичній ($G_i = 225\text{-}230 \text{ Дж/м}^2$), так і закритичній ($G_F = 650\text{-}607 \text{ Дж/м}^2$) стадіях з найвищими статичними критичними коефіцієнтами інтенсивності напружень $K_i = 0,96\text{-}0,98 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$.

У шостому розділі наведені результати впровадження проведених досліджень у виробничих умовах та у навчальний процес в Національному університеті «Львівська політехніка». Розроблені РТАВ використано при влаштуванні шарів основи на об'єкті «Нове будівництво ЦПС 35/110 кВ «Яворівська ВЕС/СЕС» на території Яворівського району Львівської області, роботи виконувались ТОВ «Балтом Україна». Проведено лабораторні випробування дослідної партії цементобетонів з використанням РТАВ. Економічний ефект від використання РТАВ в дорожніх цементобетонах становить 94 тис. грн. при влаштуванні 1 км покриття автомобільної дороги II категорії.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Рецензентом в дисертації та роботах здобувача не виявлено ознак академічного плагіату та інших порушень, що могли б поставити під сумнів дотримання норм академічної доброчесності або самостійність виконання дослідження.

Повнота викладення результатів у опублікованих працях. Основні положення дисертації достатньо повно висвітлені у 6 наукових працях, з них 3 статті у наукових фахових виданнях України, 3 – у виданнях, що включені до міжнародної наукометричної бази даних Scopus.

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. Слід більш повно розкрити зміст поняття «композиційна система з використанням термоактивованих відходів паперового виробництва».

2. У роботі регульовані термоактивовані відходи одержували сумісним розмелюванням з сповільнювачами тверднення у лабораторному кульовому млині до залишку на ситі №008 5-6 мас.%, при цьому не зрозуміло, чи досліджували вплив тонини розмелювання РТАВ на їх активність. Доцільно також провести визначення гранулометричного розподілення частинок розмелених термоактивованих відходів, їх питомої поверхні, а також енергетичних затрат на розмелювання.

3. При дослідженні фізико-механічних властивостей ґрунтів, укріплених регульованими термоактивованими відходами, поряд з класифікацією за ДСТУ 8801:2018 (п. 4.3) слід вказати категорію каліфорнійського показника несучої здатності та міцності згідно з ДСТУ EN 14227-15:2021.

4. У розділі 5 розроблено склади бетонів з вмістом РТАВ для дорожнього будівництва на основі жорстких бетонних сумішей. При цьому доцільно провести дослідження з використанням рухомих бетонних сумішей, що дало б змогу розширити області використання розроблених РТАВ.

5. При оптимізації складів бетонів з використанням методу математичного планування експерименту як змінні фактори дисертантом обрано кількість суперпластифікатора та РТАВ. При цьому у табл. 5.4 наведені межі варіювання кількості суперпластифікатора 0,6; 0,8; 1,0 %, тоді як у табл. 5.6 – 0,7; 1,0; 1,3 %. Результати реалізації оптимізації були б більш інформативними, якщо б третім фактором прийняти витрату портландцементу.

6. У розділі 6 проведено впровадження розроблених РТАВ при влаштуванні шарів основи дорожнього одягу, при цьому слід було б навести розрахунок економічної ефективності їх використання для укріплення ґрунтів.

Вказані зауваження не зменшують наукової новизни та практичної цінності дисертаційної роботи, не стосуються самої суті роботи, носять дискусійний та рекомендаційний характер.

Дисертаційна робота Гідея В.В. на тему «Композиційні системи з використанням термоактивованих відходів паперового виробництва для дорожнього будівництва» за актуальністю, обсягом виконаних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичної цінності, повнотою викладу результатів досліджень у наукових виданнях є завершеною науковою працею, відповідає спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 Архітектура та будівництво) та вимогам, передбаченими наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» і «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року. Враховуючи належний науковий рівень виконання дисертаційної роботи та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності, вважаю, що Гідей Володимир Володимирович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія з галузі знань 19 Архітектура та будівництво.

Рецензент

Професор кафедри будівельного виробництва
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., професор



Уляна МАРУЩАК

Особистий підпис д.т.н., професора Уляни МАРУЩАК засвідчую

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман БРИЛИНСЬКИЙ