

РЕЦЕНЗІЯ

професора кафедри транспортного будівництва та управління майном кандидата технічних наук Усиченко Олени Юріївни на дисертаційну роботу Кватадзе Євгенії Іродіонівни на тему «Удосконалення методу проєктування конструкцій земляного полотна на основі визначення коефіцієнта вологопровідності ґрунтів», яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії у галузі 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Актуальність теми дисертаційної роботи:

Широке використання місцевих ґрунтів для улаштування земляного полотна є одним із способів зменшення вартості будування автомобільних доріг. Але недостатній теоретичний аналіз водно-теплових процесів, що мають місце у тілі насипу та обмежені дослідження щодо забезпечення міцності та стійкості дорожніх конструкцій зменшують можливості їх застосування.

Доцільність використання місцевих матеріалів напряду залежить від глибокого аналізу їх властивостей, насамперед вологопровідності, що є основою для подальшого обґрунтування інженерних рішень щодо регулювання вологості у процесі будування.

Особливої уваги потребує питання визначення гранично допустимої вологості місцевих ґрунтів при їх укладанні у тіло насипу, адже цей параметр впливає на технологічну можливість механізованого виконання робіт, ефективність ущільнення, тривалість осушення та загальну якість земляного полотна.

Необхідність проведення відповідних досліджень обумовлена потребою у визначенні фізико-механічних характеристик ґрунтів із урахуванням сучасних європейських підходів, які суттєво відрізняються від методик, що застосовуються в Україні.

У роботі поставлено та обґрунтовано актуальне завдання – гармонізація національних і європейських підходів до визначення та використання показників вологопровідності, що є необхідною умовою для адаптації сучасних методів прогнозування водно-режимних процесів у земляному полотні до вимог європейських норм дорожнього будування.



Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується системним підходом до вирішення завдань дисертаційного дослідження.

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 93 найменувань та одного додатка.

Загальний обсяг дисертації становить 202 сторінки. Основний текст викладено на 176 сторінках. Текст ілюструється 46 рисунками і містить 15 таблиць. Робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

У вступі обґрунтовано актуальність, визначено мету і завдання дослідження, наведено зв'язок роботи з науково-дослідною тематикою кафедри транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету. Сформульовано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача. Наведено відомості про опублікування результатів дослідження та їх апробацію.

В першому розділі: проведено аналіз існуючих методів прогнозування вологонакопичення в земляному полотні автомобільних доріг; розглянуто підходи до визначення вологості протягом річного циклу, принципи нашарування ґрунтів у тілі насипу та сучасні методики оцінювання водопроникності ґрунтових транспортних споруд; визначено ключові параметри, зокрема коефіцієнт вологопровідності, що впливають на формування вологісного режиму та проектування дренажних рішень, з урахуванням вимог європейських нормативів.

У другому розділі дисертації: проведено ґрунтовне дослідження методів визначення коефіцієнтів вологопровідності ґрунтів, що є ключовим показником під час оцінювання вологісного режиму земляного полотна автомобільних доріг; проаналізовано наявні підходи, зокрема метод інтегральної обробки, метод вимірювання із застосуванням приладу ПКВГ-Ф, а також сучасні європейські методики, які передбачають дотримання вимог міжнародних стандартів ISO; особливу увагу приділено розробленню нового підходу до визначення коефіцієнта вологопровідності ґрунтів відповідно до європейських вимог; визначено загальні умови проведення експериментів, охарактеризовано необхідне лабораторне обладнання та надано детальний опис методики

проведення випробувань; викладено алгоритм обробки експериментальних результатів з урахуванням різних температурних умов проникнення вологи.

У третьому розділі: обґрунтовано та реалізовано підхід до визначення коефіцієнта вологопровідності ґрунтів із використанням математичного моделювання динаміки вологонакопичення в земляному полотні; теоретично проаналізовано фізико-математичні засади, що описують зміну вологості в ґрунтовому масиві під впливом водонасичення, з урахуванням залежності коефіцієнта вологопровідності від глибини, температури, часу та інших гідрогеологічних умов; запропоновано алгоритм визначення коефіцієнта вологопровідності на основі числового розв'язання рівнянь вологопереносу, що дозволяє моделювати процеси в різних типах ґрунтів без проведення складних польових експериментів; проведено апробацію розробленої математичної моделі на прикладі супіщаного ґрунту, що широко використовується в дорожньому будівництві.

У четвертому розділі: розглянуто можливість практичного впровадження результатів досліджень, пов'язаних із використанням коефіцієнта вологопровідності ґрунтів у проектуванні конструкцій земляного полотна автомобільних доріг; запропоновано вдосконалення розрахунково-аналітичної системи визначення цього коефіцієнта для умов реальної інженерної практики на дорогах загального користування.

Загалом, проведений аналіз інформаційних джерел та наукових досліджень, наукові положення, експериментальні дослідження, практичні рекомендації та висновки є обґрунтованими і достовірними.

У висновках міститься 5 пунктів та зазначені впровадження, які відображені відповідно до поставлених задач.

Теоретичні та розрахункові дослідження, які виносяться на захист, отримані автором самостійно.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів

Наукова новизна виконаної роботи полягає у адаптації методики проведення експериментальних досліджень процесів вологопровідності ґрунтів на вимірювальному стенді відповідно до європейських вимог. На основі математичного моделювання вперше встановлено аналітичний зв'язок між коефіцієнтами вологопровідності ґрунтів ($\text{м}^2/\text{с}$ та $\text{м}/\text{с}$), визначеними за лабораторними випробуваннями, та виконано їх порівняльний аналіз з даними

інших дослідників. Удосконалено розрахунково-аналітичні системи визначення коефіцієнта вологопровідності та регулювання водно-теплого режиму дорожніх конструкцій, методики розрахунку підвищення низу основи дорожнього одягу над рівнем денної поверхні землі та визначення товщини протиінфільтраційного шару.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у розробленні методу визначення коефіцієнта вологопровідності ґрунтів відповідно до міжнародного стандарту ISO 17892-11:2019 (E), що дозволяє відмовитися від застарілих радянських підходів та адаптувати існуючі методи прогнозування вологонакопичення до європейських норм. Це забезпечує можливість обґрунтованої оцінки придатності місцевих ґрунтів для улаштування земляного полотна, визначення його конструктивних параметрів, а також встановлення розрахункових значень міцнісних і деформаційних характеристик, необхідних для проєктування, будування, реконструювання та експлуатування автомобільних доріг.

Повнота опублікування основних положень дисертаційної роботи

За темою дисертаційного дослідження опубліковано 8 наукових праць, у тому числі 1 стаття у виданні України, яке включене до міжнародних наукометричних баз (Scopus); 2 – у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; 5 – у збірниках праць за матеріалами конференцій.

Основні результати дисертації були представлені на конференціях і семінарах: Міжнародній конференції «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проєктуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми «Велике будівництво» м. Київ, 24-25 листопада 2022 року; Всеукраїнських наукових конференціях здобувачів освіти і молодих учених «Відбудова транспортної інфраструктури України». (2023 р., 2025 р.); наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету у 2022 р., 2023 р., 2024 р.

Зауваження та побажання до дисертаційної роботи

Дисертаційна робота є змістовним дослідженням, однак має певні недоліки, які можуть бути враховані для покращення її якості. Зокрема:

1. Зважаючи на те, що дисертація зосереджена на розробленні методу визначення коефіцієнта вологопровідності ґрунтів в рамках європейських

підходів, у розділі 1 доцільно було б більш детально проаналізувати наукові роботи європейських вчених.

2. Умови проведення експерименту потребують більш чіткого опису. Необхідно пояснити, як були обрані конкретні значення для таких ключових параметрів, як температура води та гідравлічний градієнт, що застосовувався для даного типу ґрунту.

3. Перехід від диференціального рівняння вологості (4.5) до кінцевих формул (4.9) передбачає певні спрощення, зокрема, нехтування членами $0,1W_p^2$ та $0,1W_p$. Щоб довести, що ці спрощення не спричиняють значних похибок, особливо за різних значень m та T_p , необхідно було б провести аналіз чутливості.

4. У наведеному прикладі 4.3.3 розрахунок виконується для глибини активної зони земляного полотна $z=0.5, 1$ та 1.5 м, але не вказується, чому обрані саме ці значення і як вони відповідають конкретним умовам Київської області та обраному типу ґрунту.

Загалом, дисертаційна робота є значним внеском у розвиток будівельної галузі, однак вказані аспекти потребують додаткової уваги для покращення результатів дослідження.

Загальні висновки по дисертаційній роботі

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі удосконалення методу проєктування конструкцій земляного полотна автомобільних доріг на основі визначення коефіцієнтів вологопровідності ґрунтів, що враховують як фільтраційні процеси, так і дифузійний перенос вологи в пористому середовищі.

У ході дослідження проведено аналіз сучасних теоретичних і експериментальних підходів до оцінки водно-теплових процесів, які визначають закономірності руху та накопичення вологи в дорожніх конструкціях протягом річного циклу. Виявлено обмеженість чинних в Україні методик, заснованих на застарілому обладнанні, та визначено необхідність їх адаптації до вимог міжнародного стандарту ISO 17892-11:2019 (E).

На основі серії лабораторних випробувань ґрунтів із застосуванням вимірювального стенду за європейськими вимогами отримано значення коефіцієнтів вологопровідності для різних типів ґрунтів у діапазоні температур від 0°C до 30°C . Встановлено невідповідність розмірностей отриманих

параметрів існуючим розрахунковим моделям, що обумовило розроблення нової математичної моделі для визначення коефіцієнта вологопровідності K_1 ($\text{м}^2/\text{с}$) на основі лабораторно визначеного коефіцієнта K_0 ($\text{м}/\text{с}$), яка враховує фізичний зміст процесу руху води з нижніх шарів земляного полотна та дозволяє отримувати результати з високою точністю (похибка не перевищує 4,5 % порівняно з інтегральним методом).

Запропоновані підходи дозволили удосконалити розрахунково-аналітичні системи визначення коефіцієнта вологопровідності ґрунтів та регулювання водно-теплогового режиму дорожніх конструкцій. Розроблено уточнені методики розрахунку підвищення низу дорожнього одягу над рівнем денної поверхні землі та визначення товщини протиінфільтраційного шару з урахуванням кліматичних умов регіону.

Практична цінність роботи полягає у створенні методу визначення коефіцієнта вологопровідності ґрунтів за міжнародним стандартом, що дає змогу відмовитися від застарілих підходів і забезпечує можливість обґрунтованої оцінки придатності місцевих ґрунтів для улаштування земляного полотна, визначення його конструктивних параметрів і міцнісно-деформаційних характеристик.

Результати досліджень впроваджено у навчальний процес під час викладання дисциплін, пов'язаних із будівництвом та експлуатацією автомобільних доріг, а також застосовано в практиці проектування, ремонтування та експлуатаційного утримання об'єктів дорожньої інфраструктури, зокрема при виконанні робіт на автомобільній дорозі Н-14 та у рамках науково-дослідних робіт для Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України.

Таким чином, виконане дослідження забезпечує наукове підґрунтя та інструментарій для адаптації національних методів проектування земляного полотна до європейських вимог, підвищуючи ефективність і надійність автомобільних доріг в умовах сучасних технічних та кліматичних викликів.

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів обґрунтованих наукових положень, використаних сучасних методів наукових досліджень на основі практичних підходів та підтвердженої

значимості, дисертаційна робота та 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» (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 341 від 21.03.2022 р.), а її автор Кватадзе Євгенія Іродіонівна, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузь знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Професор кафедри
транспортного будівництва та
управління майном
Національного транспортного університету
канд. тех. наук, доцент



Олена УСИЧЕНКО

