

ВІДГУК

Кузло Миколи Трохимовича

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
в.о. завідувача кафедри автомобільних доріг, основ і фундаментів

Національного університету

водного господарства та природокористування (м. Рівне)

на дисертаційну роботу **Плитуса Ростислава Михайловича** на тему
**«Удосконалення методу розрахунку армогрунтових підпірних стін на основі
скінченно-елементного моделювання»**, поданої здобуття ступеня доктора
філософії у галузі 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192
«Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дослідження

Тема дисертаційної роботи є актуальною з огляду на потребу підвищення точності оцінювання роботи армогрунтових підпірних стін, які відіграють важливу роль у забезпеченні стійкості інженерних споруд в умовах складної геотехнічної ситуації. Такі конструкції є невід'ємною частиною транспортної інфраструктури, особливо в умовах обмеженого простору, складного рельєфу та слабких ґрунтів основи.

Попри широке застосування армогрунтових стін, чинні нормативні документи регламентують лише загальні умови їх проектування та переважно містять спрощені підходи до оцінки переміщень облицювання, не враховуючи особливостей багатоступеневого зведення, тривалих деформацій основи, реологічних властивостей ґрунтів і взаємодії елементів конструкції.

Наявність тільки допусків до переміщення облицювання армогрунтової підпірної стіни, свідчить про необхідність удосконалення підходів до розрахунку такої конструкції. Саме тому застосування скінченно-елементного методу в середовищі Plaxis 2D для детального чисельного моделювання поведінки армогрунтової стінки із урахуванням усіх конструктивних особливостей є обґрунтованим і перспективним напрямом дослідження.

Запропонований у роботі підхід дозволяє врахувати етапність будівництва, зміну напружено-деформованого стану в часі, реологічні властивості ґрунтів і особливості кріплення облицювальних блоків. Додатковим чинником актуальності є використання даних натурного моніторингу діючих конструкції, що дало змогу верифікувати модель і надати практично значущі рекомендації.



Таким чином, робота спрямована на удосконалення розрахункового апарату з оцінки інженерних рішень, що має важливе значення як для проєктувальників, так і для організацій, які експлуатують підпірні споруди. Актуальність теми обумовлена як науковою потребою у вдосконаленні методик, так і практичними викликами сучасного будівництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами та практикою

Основні дослідження теоретичного і прикладного характеру виконані згідно з тематикою науково-дослідних робіт, що виконувались кафедрою транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету: «Розроблення сучасних методів будівництва та експлуатації автомобільних доріг, транспортних споруд з оцінкою їх якісного стану, проведення експертної оцінки основних фондів дорожніх підприємств», № держреєстрації НДР 0122U001566, 2021р..

Аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Основні положення дослідження опубліковані у 4 наукових працях, що забезпечує належний рівень апробації та оприлюднення результатів.

У **першому розділі** проведено аналітичний огляд сучасного стану досліджень армогрунтових підпірних конструкцій, зокрема системи Tensar TW1. Розглянуто теоретичні підходи до розрахунку стійкості таких конструкцій, а також вивчено особливості їх поведінки під впливом статичних та динамічних навантажень. Окрему увагу приділено чинним нормативним документам і їхнім обмеженням щодо врахування довготривалих деформацій та зсувних процесів.

Другий розділ присвячено чисельному моделюванню роботи армогрунтової стінки типу TW1 з використанням програмного комплексу Plaxis 2D. Побудовано геотехнічну модель конструкції з урахуванням поетапного зведення, застосовано реальні фізико-механічні характеристики ґрунтів і матеріалів армування. Обґрунтовано вибір граничних умов, типів елементів, а також параметрів, які забезпечують адекватність моделі.

У **третьому розділі** проведено порівняння результатів чисельного моделювання з фактичними даними натурного моніторингу армогрунтової підпірної стінки, яка перебуває в експлуатації понад два роки. На основі аналізу

отриманих осідань та переміщень облицювальних блоків встановлено рівень відповідності моделі реальній поведінці конструкції. Наведено приклади просторових деформацій і розподілу напружень, що підтверджують надійність розрахункового підходу.

У **четвертому розділі** розроблено рекомендації для вдосконалення проєктних підходів до розрахунку армогрунтових стін на основі скінченно-елементного моделювання. Запропоновано методику врахування особливостей конструктивної стабільності та тривалої експлуатації. Також окреслено межі застосування моделі та обґрунтовано її адаптацію до інших різновидів ґрунтів і геометрії конструкцій.

Загалом, дисертаційна робота є цілісним дослідженням, що охоплює як теоретичні основи поведінки армогрунтових конструкцій, так і практичне моделювання їх роботи з урахуванням реальних умов експлуатації. Структура роботи є логічною, а виклад — послідовним, що сприяє цілісному сприйняттю результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

- вдосконалено метод розрахунку армогрунтових стінок типу TW1 шляхом побудови чисельної моделі з урахуванням усіх етапів зведення та взаємодії елементів конструкції;
- запропоновано методику верифікації чисельних моделей на основі натурного моніторингу впродовж тривалої експлуатації;
- встановлено відповідність між зміною деформацій і конструктивними параметрами конструкції, що дозволяє підтвердити точність прогнозів переміщень облицювання армогрунтової підпірної стіни при проєктуванні.
- розроблені рекомендації щодо використання підходу для визначення переміщень облицювання підпірної стіни на основі скінченно-елементного моделювання.

Повнота відображення дисертаційної роботи

Публікації. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 4 наукових праць, у тому числі 3 у періодичних фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; 1 стаття у зарубіжному періодичному виданні; 7 у збірниках праць за матеріалами конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація включає вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел із 98 найменувань. Загальний обсяг дисертації становить 167 сторінок. Основний текст викладений на 141 сторінки. Текст ілюструється 51 рисунком і містить 24 таблиці.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

- наведений підхід дозволяє уточнювати розрахунок переміщень армогрунтових конструкцій у складних ґрунтових умовах за допомогою скінченно-елементного моделювання;
- результати будуть застосовані в інженерній практиці при оцінці поведінки складних геотехнічних конструкцій, подібних до армогрунтової підпірної стіни, на етапах проектування, будівництва й експлуатації;
- запропонований підхід буде основою для адаптації існуючих нормативів до сучасних вимог з використанням інструментів чисельного аналізу.

Відповідність дисертації встановленим вимогам

Аналіз змісту дисертації дозволяє оцінити її як закінчене самостійне наукове дослідження, що містить достовірні обґрунтовані наукові та практичні результати. Викладення основного матеріалу дисертації, наукових положень, практичних результатів та висновків логічне та аргументоване. Використання матеріалів інших авторів здійснюється з посиланням на наукові праці. Мова та структура дисертації відповідають загальноприйнятому в наукових роботах. Дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, що встановлені Міністерством освіти і науки України.

Відзначаючи змістовність та системність дослідження, що проведено Плитусом Р.М., а також позитивно оцінюючи дисертацію «Удосконалення методу розрахунку армогрунтових підпірних стін на основі скінченно-елементного моделювання», необхідно звернути увагу на дискусійні положення, висновки та пропозиції, які вимагають додаткової аргументації автора:

1. В роботі бажано було б викласти теоретичні основи, що покладені в програмний комплекс Plaxis 2D, які дають змогу визначати переміщення армогрунтових підпірних стін під час їх будівництва та експлуатації

2. Варто було б конкретизувати методику валідації моделі Plaxis з точки зору статистичних критеріїв достовірності.

3. Доцільно розглянути в перспективі аналіз чутливості параметрів, особливо міцнісних характеристик ґрунтів та коефіцієнтів зчеплення в армоґрунті.

4. Бажано було б коротко викласти підхід до оцінки довготривалих змін у конструкції (наприклад, при тривалій експлуатації понад 5 років).

5. Варто було б додати інформацію щодо перспектив подальших досліджень в цьому напрямку.

Загальний висновок та оцінка дисертаційної роботи

Дисертація Плитуса Ростислава Миколайовича – це самостійно виконане, завершене наукове дослідження, присвячене удосконаленню методу розрахунку армоґрунтових підпірних стін на основі скінченно-елементного моделювання. Робота вирізняється актуальністю тематики, застосуванням сучасних інженерно-наукових підходів, а також чіткою структурою, що дозволило автору досягти поставленої мети.

У дослідженні представлено оригінальні результати, обґрунтовані чисельним моделюванням та підтверджені натурними спостереженнями. Практична значущість отриманих результатів полягає в можливості застосування вдосконаленої методики при проєктуванні, розрахунку та оцінці роботи армоґрунтових конструкцій у реальних умовах. Запропонований підхід дозволяє підвищити точність прогнозування деформацій та забезпечити надійність конструкцій, зокрема типу TW1.

Основні положення дисертації були опубліковані у фахових виданнях і пройшли необхідну апробацію. Робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», а також задовольняє критерії, встановлені Постановою Кабінету Міністрів України.

З огляду на актуальність, наукову новизну та практичну цінність, дисертація повністю відповідає встановленим вимогам, а її автор, Ростислав Миколайович Плитус, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Представлені до розгляду публікації відповідають 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».

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, дисертаційна робота відповідає вимогам оформлення дисертаційних робіт згідно наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 року, а її автор, Плитус Ростислав Михайлович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
в.о. завідувача кафедри
автомобільних доріг, основ і фундаментів
Національного університету
водного господарства та
природокористування м. Рівне



Микола КУЗЛО

