

В І Д Г У К

Кандидата технічних наук, доцента,

доцента кафедри гідрогеології та інженерної геології

Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

Тимощука Василя Іполитовича на дисертаційну роботу Олішевської Софії

Олегівни «Стійкість природних ґрунтових схилів в умовах кліматичних і

техногенних впливів», подану до захисту в разову спеціалізовану раду на

здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю

131 «Прикладна механіка»,

галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Актуальність обраної теми. Обрана здобувачкою тема дисертаційного дослідження є безперечно актуальною як у науковому, так і в практичному аспектах. У сучасних умовах підвищення інтенсивності природних і техногенних впливів питання забезпечення стійкості природних ґрунтових схилів набуває особливого значення. Втрата стійкості ґрунтових масивів і розвиток зсувних процесів становить загрозу для об'єктів інфраструктури і може спричинити значні економічні збитки.

Актуальність теми посилюється впливом регіональних змін кліматичних чинників та їх складових. У сукупності з техногенним навантаженням від транспортних та промислових об'єктів це призводить до активізації зсувних явищ навіть на стабільних раніше ділянках. Зокрема, для території Дніпропетровської області, де за останні роки зафіксовано збільшення випадків порушення стійкості схилів, зазначена проблема є надзвичайно гострою.

Наукова значущість роботи зумовлена необхідністю вдосконалення існуючих методів оцінки стійкості схилів, які здебільшого базуються на лінійних критеріях міцності й не враховують складної змінюваності властивостей ґрунтів під дією кліматичних та динамічних чинників. Запропонований здобувачкою підхід, спрямований на удосконалення критеріїв міцності, та врахування комплексного впливу кліматичних і техногенних

факторів, має важливе практичне значення для підвищення достовірності прогнозів і оптимізації інженерних рішень.

Особливої ваги дослідженню додає те, що воно базується на аналізі реального природного об'єкта – схилу Тунельної балки в місті Дніпро, який характеризується складними геологічними умовами, впливом транспортних навантажень і сезонними змінами рівня водонасичення. Це забезпечує високий рівень прикладної цінності отриманих результатів і підтверджує практичну спрямованість дисертаційної роботи.

Отже, тема дисертації є своєчасною, науково обґрунтованою та має важливе значення для розвитку сучасної геотехнічної науки і підвищення безпеки експлуатації об'єктів інженерної інфраструктури.

Структура та зміст дисертаційної роботи. Обравши напрям свого дослідження, авторка чітко визначила мету, яка полягає в обґрунтуванні методу розрахунку граничного напружено-деформованого стану геотехнічної системи «грунтовий схил - охоронна конструкція» в умовах кліматичних і техногенних впливів. Визначивши мету досліджень (стор. 24), дисертанткою правильно поставлені наукові завдання (стор. 24-25), вірно визначені об'єкт, предмет та методологія дослідження (стор. 25). Для вирішення поставлених завдань авторка залучила достатню джерельну базу, проаналізувавши численні наукові праці та розробки іноземних і вітчизняних вчених. Використання цих матеріалів забезпечило належну обґрунтованість головних положень дисертаційного дослідження, висновків і пропозицій авторки.

Мета і завдання, поставлені авторкою, знайшли своє відображення в структурі дисертації. Представлена робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Успішне вирішення поставлених завдань дало змогу дисертантці послідовно і концептуально розкрити предмет дослідження, отримавши нові, науково обґрунтовані положення та висновки.

У вступі відображено актуальність роботи, сформульовано мету роботи, нові наукові результати, практичну значущість роботи, наведено інформацію

про апробацію й впровадження результатів дисертаційного дослідження.

У першому розділі здобувачкою виконано ґрунтовний аналіз сучасного стану проблеми порушення стійкості природних ґрунтових схилів, що є актуальною як у світовому, так і в національному контексті. Детально розглянуто існуючі класифікації ґрунтових схилів, особливості їх зсувного порушення та чинники, які призводять до втрати стійкості. Значну увагу приділено узагальненню причин активізації зсувних процесів, серед яких основними визначено кліматичні та техногенні впливи.

Здобувачкою проведено аналіз наявних методик оцінювання стійкості схилів, що базуються на різних теоріях міцності, зокрема на критерії Кулона-Мора. Обґрунтовано необхідність удосконалення цього критерію з урахуванням пластичних деформацій ґрунту під дією природних і техногенних факторів. Відзначено доцільність застосування сучасних чисельних методів моделювання суцільного середовища для підвищення точності прогнозів стійкості.

Об'єктом дослідження обрано схил балки Тунельна в місті Дніпро, який характеризується складними геологічними умовами та наявністю техногенного навантаження.

У другому розділі дисертаційної роботи здобувачкою проведено аналіз існуючих уявлень щодо механізму руйнування твердих тіл, до яких належать і ґрунтові масиви. Визначено, що найбільш обґрунтованою серед відомих підходів є мікродефектна теорія міцності А.Гріффітса, яка описує процес руйнування через розвиток мікротріщин у матеріалі. Водночас зазначено, що даний критерій більш адекватно відображає поведінку крихких тіл і не повною мірою враховує пластичні властивості ґрунтів.

Здобувачкою обґрунтовано вибір теорії руйнування ґрунтових масивів, запропонованої Л.Я. Парчевським та О.М. Шашенко. Її нелінійний критерій руйнування, подібний за структурою до критерію А.Гріффітса, охоплює ширший діапазон типів ґрунтів – від крихких до пластичних.

Проведені математичні перетворення дозволили здобувачці здійснити перехід від нелінійної залежності Парчевського-Шашенка до лінійної функції

Кулона-Мора. У результаті лінійний критерій Кулона-Мора було модифіковано шляхом лінеаризації параболічної огинаючої кіл Мора.

На основі лабораторних досліджень зразків супіщаних і суглинистих ґрунтів, відібраних зі схилу Тунельної балки, визначено фізико-механічні характеристики, необхідні для подальших інженерних розрахунків.

Крім того, у розроблений критерій були інтегровані додаткові члени, що враховують вплив кліматичних та техногенних чинників на міцність ґрунтів. Зокрема, показано, що зволоження ґрунту атмосферними опадами знижує його міцність, а динамічні навантаження від руху залізничного транспорту можуть додатково посилювати цей ефект. У сукупності ці фактори створюють потенційні передумови для зсувних процесів, що підкреслює практичну значущість проведених досліджень.

У третьому розділі для подальших розрахунків обґрунтовано вибір ліцензованого програмного комплексу *Phase2*, який базується на методі скінченних елементів і реалізує лінійний критерій руйнування типу Кулона-Мора.

У програмному середовищі *Phase2* побудовано скінчено-елементну модель схилу, де як критерій руйнування використано запропонований модифікований критерій Кулона-Мора. Отримані результати моделювання підтвердили адекватність обраного підходу – відхилення розрахункової лінії ковзання від натурної становило не більше 12%. Це засвідчило достовірність використання як програмного комплексу, так і вдосконаленого критерію руйнування.

Показано, що застосування модифікованої геомеханічної моделі, побудованої на основі лінеаризованого критерію Парчевського–Шашенка, дозволяє отримати оцінку міцності ґрунтового схилу, яка є більш реалістичною – на 22% нижчою порівняно з результатами, отриманими за класичним критерієм Кулона-Мора. Такий підхід усуває надмірно оптимістичні оцінки стійкості, що мають місце при традиційних розрахунках, і підвищує надійність інженерних прогнозів.

На основі натурних обстежень схилу Тунельної балки встановлено, що по його довжині спостерігається чергування суглинистих і супіщаних ґрунтів. Для зон, що перебувають під динамічним впливом руху залізничного транспорту, побудовано дві скінчено-елементні моделі з урахуванням різних фізико-механічних параметрів, кута нахилу та питомого зчеплення ґрунтів. У результаті чисельних експериментів визначено граничні умови, за яких можливе зсувне переміщення схилу, а також встановлено відповідні геометричні характеристики зсуву.

На основі оброблення результатів моделювання отримано нові кореляційно-регресійні залежності, що відображають комплексний вплив вологості та динамічних навантажень на міцність ґрунтових масивів. Це дозволило виявити критичні комбінації чинників, які можуть призвести до втрати стійкості схилу.

У четвертому розділі дисертаційної роботи розглянуто комплекс інженерних заходів, спрямованих на забезпечення стійкості природних ґрунтових схилів. Проведено узагальнення існуючих конструктивних рішень, серед яких основну увагу приділено підпірним стінам і палевим системам, що широко застосовуються у сучасній геотехнічній практиці.

У роботі запропоновано конструктивне рішення геотехнічної системи типу «ґрунтовий схил - захисна конструкція», у якій утримуючим елементом виступає пальова конструкція з анкерним кріпленням. Проведено розрахунок її основних параметрів для інженерно-геологічних умов схилу Тунельної балки в місті Дніпро. Здобувачкою встановлено оптимальні геометричні та міцнісні характеристики елементів конструкції, що забезпечують необхідний рівень стійкості схилу.

Особливу увагу приділено порівнянню результатів проєктування за українськими та європейськими будівельними нормами. Показано, що при використанні національних норм витрата арматури на один конструктивний елемент є меншою на 22 кг (185 кг замість 207 кг), що свідчить про економічну ефективність запропонованого рішення без зниження рівня надійності.

У загальних висновках наведено основні кількісні та якісні результати дисертаційного дослідження.

У додатках представлено, зокрема, акти впровадження результатів досліджень в діяльності підприємств, вищого навчального закладу.

Ступінь обґрунтованості, новизни та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі, обумовлені використанням сучасних експериментальних методів дослідження, їх несуперечністю сучасним теоретичним уявленням і результатам досліджень інших авторів, модельними розрахунками за допомогою програмних засобів *Phase2*, *Surfer* та *ЛІРА*.

В цілому наукове дослідження Олішевської Софії Олегівни характеризується структурованістю, методичною завершеністю та чіткістю зроблених висновків. Послідовно і логічно розкриваються, аналізуються й аргументуються положення, винесені на захист. Їх зміст доказово розкривається за допомогою методів емпіричного та теоретичного дослідження.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, які одержані в дисертаційній роботі, полягає у наступному:

– вперше на основі обґрунтованого переходу від нелінійного критерію руйнування Парчевського-Шашенка до лінійного модифікованого критерію міцності Кулона-Мора на основі методики О.С. Коврова, удосконалено його лінеаризований вираз, що дозволило більш достовірно оцінити запас стійкості ґрунтового схилу, а саме: при використанні модифікованого критерію руйнування отримано оцінку міцності ґрунтового схилу, яка є на 22% меншою в порівнянні з використанням класичного критерію Кулона-Мора без урахування впливу напруженого стану ґрунтового масиву на фізико-механічні властивості матеріалу.

– вперше доведено, що одночасне врахування вологості ґрунту на рівні 22% та динамічного навантаження від руху поїздів при віброприскоренні $4,0 \text{ м/с}^2$ зменшує умовні кут внутрішнього тертя та зчеплення ґрунтів на 45% та 84 % відповідно. Введення до модифікованого критерію Кулона-Мора

залежностей зчеплення і кута внутрішнього тертя від вологості і частоти коливань з боку залізничної колії дозволило для інженерно-геологічних умов, що розглядаються, довести, що існує таке сполучення кліматичних і техногенних умов, при яких можливо утворення (призми зсуву) поверхні ковзання.

– вперше встановлено, що з високим рівнем (імовірності) достовірності залежності коефіцієнту запасу міцності ґрунтового схилу від кута його нахилу, зчеплення і кута внутрішнього тертя можна апроксимувати поліномом першого степеня. Це дозволило виділити області значень характеристик міцності ґрунту, при яких можливе утворення (призми зсуву) поверхні ковзання на ділянці ґрунтового схилу Тунельної балки, що примикає до залізничної колії.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях. Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи С.О. Олішевської достатньо повно викладені у 4 наукових працях, опублікованих в періодичних виданнях, що включені до наукометричної бази *Scopus*. Основні науково-прикладні результати дисертаційної роботи опубліковано у періодичних наукових виданнях, вони охоплюють усі наукові положення, що виносяться на захист.

Академічна доброчесність. У дисертаційній роботі та публікаціях, що містять основні результати наукових досліджень С.О. Олішевської, порушень принципів академічної доброчесності (плагіату та самоплагіату, фабрикації та фальсифікації) не виявлено.

Як зауваження до представленої роботи вважаю необхідним вказати на наступне:

1. У вступі дисертаційної роботи не зовсім чітко визначено, що мається на увазі під поняттям кліматичні впливи, а точніше, якими саме складовими вони визначаються і в чому саме проявляються з точки зору їх впливу на геомеханічну стійкість ґрунтових масивів

2. При аналізі кліматичних (природних) і техногенних факторів слід було б звернути увагу на те, що в умовах, які розглядаються, досить значна роль у

перезволоженні ґрунтів зони аерації належить саме техногенним факторам, таким як втрати з водонесучих комунікацій і штучна зарегульованість підземного і поверхневого стоку (для міста Дніпро).

3. У першому розділі наведена досить детальна характеристика методів оцінки стійкості ґрунтових масивів, однак майже відсутня оцінка можливості або ж обмеженості їх застосування для умов, що розглядаються.

4. Зі змісту другого розділу не зрозуміло, чи є коректним з точки зору авторки роботи перенесення теорії міцності крихкого деформованого тіла на теорію міцності пластичного деформованого тіла, хоча, з точки зору формального апарату теорії міцності, існують чітко виписані залежності між межами міцності на стискання і розтягання з параметрами міцності за критерієм Кулона-Мора.

5. З наведеної у четвертому розділі схеми не зовсім зрозуміло, яким чином реалізовується система паля-анкер при закріпленні ґрунтового масиву, чи не може сама паля у даному випадку розглядатися як анкерне кріплення в низовій частині ґрунтового схилу, чи не ускладнює це утримуючу конструкцію.

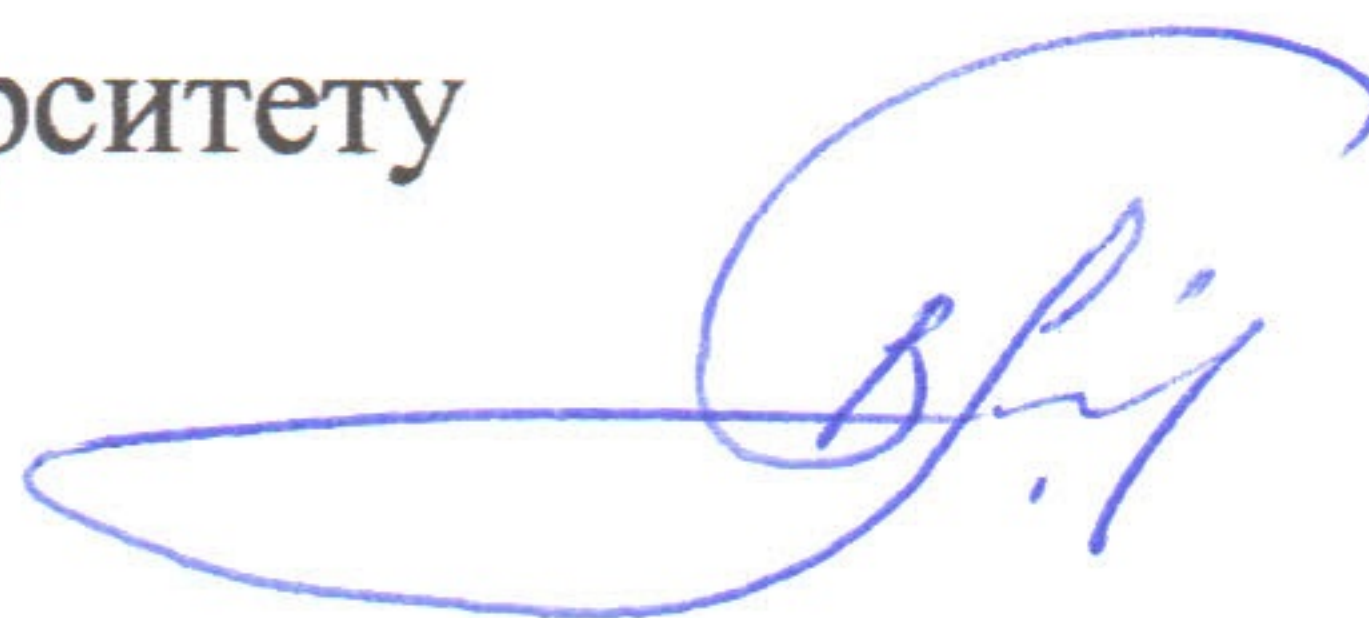
6. При поданні результатів розрахунків параметрів конструкції, що забезпечує запас стійкості ґрунтового схилу в умовах дії кліматичних і техногенних факторів відповідно до нормативних вимог, наведених у четвертому розділі, бажано було б вказати, за допомогою якого програмного продукту виконані розрахунки.

В завершення слід відзначити, що висловлені зауваження не мають принципового характеру та не впливають на загальну оцінку роботи. В цілому, дисертація відрізняється високим науковим рівнем і новизною, строгим логічним обґрунтуванням, має важливе наукове та практичне значення. Висновки і положення дисертації аргументовані і достовірні. Публікації авторки повністю відображають зміст дисертації та підтверджують достатньо високий рівень проведеного дослідження. Зміст роботи, об'єкт і предмет дослідження, основні положення і результати відповідають спеціальності, з якої дисертація подана до захисту.

Висновок. Дисертація Олішевської Софії Олегівни «Стійкість природних ґрунтових схилів в умовах кліматичних і техногенних впливів», відповідає спеціальності 131 «Прикладна механіка» та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261, пп. 6, 7, 8 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 від 12 січня 2022 р. № 44.

За актуальністю розглянутих задач, обсягом дослідження, науковим рівнем і практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає діючим вимогам щодо наукового ступеня доктора філософії. Є всі підстави констатувати, що дисертація Олішевської Софії Олегівни «Стійкість природних ґрунтових схилів в умовах кліматичних і техногенних впливів», є самостійною, завершеною науковою роботою, в якій міститься вирішення задач, що мають важливе значення, а її авторка заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», галузь знань 13 «Механічна інженерія».

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри гідрогеології та інженерної геології
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»



Василь ТИМОЩУК