

Апретмент од спеціалізованої
вченої ради ДФ 08.08.032

13.08.2024р.

Ганова С.В.р., д.т.н.

проф. Седін В.П.

Відгук

офіційного опонента,

доцента кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки

НТУ «Дніпровська політехніка»,

кандидата технічних наук, доцента Іванової Ганни Павлівни

на дисертаційну роботу Харченка Віталія Володимировича

«Обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ

цивільних будівель при їх підсиленні мікропалами»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія,

галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

Актуальність теми дисертації

Підсилення ґрунтових основ під фундаментами цивільних будівель є важливим напрямком створення нормального експлуатаційного стану перед початком спорудження. Існує близько пів десятка методів підсилення, які з різним ступенем ефективності використовують на території України. Кожен з цих методів, основними з яких є створення подушок з ущільнених матеріалів або ґрунтів та застосування паль, має чітко визначену область використання, яка характеризується геологічними та гідрогеологічними умовами. Альтернативні методи підсилення ґрунтових основ, що з'явилися в останні десятиріччя, наприклад, електророзрядний, не отримали широкого розповсюдження по причині об'єктивних особливостей методу, що утруднюють його застосування.

Однак, розвиток технологій підсилення ґрунтових основ не припиняється, про що свідчать десятки або навіть сотні наукових праць, в яких найчастіше досліджуються не сутнісні зміни, а визначаються параметри впровадження, що дозволяють ефективно зміцнювати слабкі ґрунти. Так, застосування паль, що влаштовуються шляхом забивання або використання буронабивної технології, коригується шляхом зміни їхньої довжини, а також зміни технології на деякі альтернативні. Отримані таким чином мікропалі діаметром 0,5...1,2 м і довжиною менше 6,0 м завдяки своїм властивостям та меншим витратам поступово замінюють палі.

В Україні ще досі відсутні державні будівельні норми, що урегульовують питання застосування мікропаль; особливо якщо вони створені на основі

буроін'екційної або бурозмішувальної технологій. Такі елементи підсилення (палі або мікропалі), виходячи з сутності цих технологій, апріорі мають знижені, на відміну від забивних або буронабивних мікропаль, деформаційні характеристики. Відповідно, апелювання до існуючих будівельних норм, які регламентують параметри пальових фундаментів, неможливо. Але при цьому лабораторними або натурними експериментами доведене ефективне застосування мікропаль, що створені на основі буроін'екційної або бурозмішувальної технологій, оскільки вони успішно знижують рівень вертикальних деформацій та змінюють картину напружень.

Таким чином, пошук напружено-деформованого стану підсиленої мікропалями основи з урахуванням нового підходу до їх взаємного впливу, який базується на отриманих під час чисельного аналізу закономірностях, позначений науковою новизною, а обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропалями є актуальною науковою задачею.

Наукова новизна і практичне значення

Наукова новизна отриманих результатів сформульована Харченком В. В. у вигляді двох наукових положень:

1. Вперше, ґрунтуючись на результатах чисельного аналізу із високим ступенем апроксимації $R^2=0,99$, отримано закономірність вертикальних переміщень мікропалі, створеної за допомогою буроін'екційної або бурозмішувальної технологій, від модуля пружності ґрунтової основи, яка є степеневою залежністю вигляду $s=aE_s^{-b}$, що надає змогу прогнозувати деформований стан для достатньо широкого діапазону модуля пружності слабкої ґрунтової основи ($E=5\dots 20$ МПа).

2. Вперше з урахуванням результатів параметричного чисельного аналізу доведено, що, базуючись на нормативному документі, який розроблено для забивних або буронабивних паль, неможливо ефективно зменшити вертикальні переміщення шляхом зближення мікропаль, оскільки відстань між мікропалями в $3d$ для елементів, що створені за допомогою буроін'екційної й

бурозмішувальної технологій, є мінімальною, проте застосування навіть поодиноких мікропаль зменшує вертикальні переміщення в 11,7...11,9 % (мікропаля з ґрунтоцементу) і в 18,1...18,5 % (мікропаля з армованого ґрунтоцементу).

Ці наукові положення логічним чином впливають з авторських теоретичних побудов, що структуровано викладені в дисертаційній роботі. Вони мають значну наукову цінність, яка характеризується високим ступенем обґрунтованості, правильним вибором завдань та методів дослідження. Наукові положення сформульовано таким чином, що в них лаконічно й чітко виражені наукові результати, отримані Харченком В. В. в рамках дисертаційного дослідження.

Практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні параметрів міцності та деформативності підсиленої мікропалями основи за допомогою нового підходу до їх взаємного впливу і таким чином дозволяють визначати напружено-деформований стан основи шляхом варіювання довжини, діаметру, деформаційних характеристик та розташування мікропаль, підбираючи оптимальні параметри підсилення, що потребується для різних ґрунтових основ, на яких зводяться цивільні будівлі.

В дисертаційній роботі широко реалізовано авторські методики, які дозволили втілити отримані результати повною мірою, характеризуючи практичне значення як таке, що має важливе значення для будівельної галузі.

Зв'язок дисертаційної роботи

з науковими програмами, планами, темами

В тексті дисертаційної роботи вказано, що вона виконана відповідно до тематики науково-дослідних робіт Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (нині – Український державний університет науки і технологій), а саме держбюджетних науково-дослідних робіт (НДР) «Виконання завдань перспективного плану розвитку наукового напрямку “Технічні науки” Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на 2021 рік»

(номер державної реєстрації 0122U000381) та «Виконання завдань перспективного плану розвитку наукового напрямку “Технічні науки” Українського державного університету науки і технологій на 2023 рік» (номер державної реєстрації 0123U103708). Автор був виконавцем робіт за вказаними НДР, результати дисертаційної роботи у вигляді результатів чисельного аналізу використані під час написання звіту вказаних НДР, що також позитивно характеризує наукову новизну та практичне значення наукового дослідження, виконаного Харченком В. В.

Аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг – 113 сторінок, з них 86 сторінок основного тексту, 32 рисунки на 30 сторінках, 10 таблиць на 8 сторінках, список використаних джерел з 95 назв на 10 сторінках.

Дисертаційна робота написана науковим стилем, який дозволяє її просте прочитання та сприйняття. Структура дисертації має чітку логіку, яка відображає сформульовані **завдання дослідження**:

1. Провести аналіз стану питання визначення параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропаллями.
2. Виконати порівняльний аналіз буроін'єкційної (струминної) та бурозмішувальної технологій влаштування мікропаль.
3. Створити скінченно-елементні моделі фундаменту цивільної споруди для проведення обґрунтування параметрів міцності та деформативності ґрунтової основи у непідсиленому стані та після підсилення.
4. За допомогою результатів параметричного чисельного аналізу виконати обґрунтування напружено-деформованого стану підсиленої мікропаллями основи з урахуванням нового підходу до їх взаємного впливу.
5. Провести експериментальні дослідження міцності та стійкості непідсиленої та підсиленої мікропаллями ґрунтової основи в плоскому лотку та проаналізувати результати моделювання.
6. Провести порівняльний аналіз теоретичних побудов з результатами

експериментальних досліджень для визначення адекватності авторських положень з результатами моделювання.

У **вступі** дисертації чітко викладено сутність наукової задачі, яка в ній вирішується, наведено інформацію про зв'язок з науковими програмами, планами, темами, об'єкт, предмет та методи дослідження, а також дані про наукову новизну, практичну значимість, особистий внесок здобувача та апробацію матеріалів дисертації.

В **першому розділі** автор провів детальний аналіз літературних джерел за трьома напрямками. Першим напрямком є аналіз моделей основи при її підсиленні мікропаллями, який дозволив обґрунтувати модель, що використовується під час теоретичних досліджень. Другий напрямок аналізу присвячений аналізу технологій підсилення конструкцій фундаментів та основ, результати якого надали можливості автору довести, що застосування мікропаль є плідним, але потребує наукового обґрунтування. В рамках третього напрямку автором виконано порівняльний аналіз буроін'єкційної (струминної) та бурозмішувальної технологій влаштування мікропаль, в якому визначено технологічні особливості цих способів створення мікропаль. Отримані результати свідчать про те, що поставлені завдання аналізу літературних джерел повністю виконані.

В **другому розділі** автором викладені теоретичні основи визначення параметрів міцності та деформативності основ при їх підсиленні мікропаллями. Для подальшого обґрунтування чисельного аналізу на основі методу скінченних елементів, автором спочатку виконано аналітичний розрахунок стрічкового фундаменту на слабкій основі, результати якого потім застосовуються для порівняння як з результатами математичного моделювання, так і параметрами, що отримані під час експериментів. Наукові результати другого розділу дозволили сформулювати перше наукове положення.

В **третьому розділі**, застосувавши новий підхід до стрічкового фундаменту, підсиленому мікропалею, як системи з кардинально різними деформаційними параметрами, автор викладає результати математичного моделювання з варіацією властивостей системи. Такий параметричний аналіз

надав змогу отримати значення напружено-деформованого стану та обґрунтувати міцність і деформативність підсиленого мікропалями фундаменту для широкого діапазону властивостей ґрунтової основи, врахувавши різні технології створення мікропаль. На основі наукових результатів третього розділу сформульоване друге наукове положення.

В **четвертому розділі**, як важлива частина досліджень дисертаційної роботи, викладені методика експериментальних досліджень міцності та стійкості основи в плоскому лотку і наведені результати досліджень деформованого стану стрічкового фундаменту на непідсиленій та підсиленій основах. Проведення лабораторних експериментів є цілком логічним в програмі досліджень, оскільки навіть якісні результати, отримані під час лоткових дослідів, дозволяють оцінити ефективність застосування підсилення мікропалями.

У **висновках** чітко та структуровано, в залежності від сформульованих завдань дисертації, викладено основні наукові результати, отримані автором; в **списку використаних джерел** наявні матеріали останніх десятиліть, англомовні та україномовні видання відповідають темі дисертації та повно демонструють різноманітність підходів до науково-технічної задачі, що вирішена в дисертації; матеріалів, що опубліковані в країні-агресорі, не виявлено.

Аналіз опублікування результатів дисертаційної роботи

За темою дисертації на тему «Обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропалями» Харченком В. В. опубліковано 8 наукових публікацій, що повно розкривають основний зміст дисертаційної роботи та є апробацією результатів, з яких 4 фахові статті в журналах категорії «Б» та 4 тези доповідей (з яких 2 індексуються у наукометричній базі Scopus).

Аналіз опублікування результатів дисертаційної роботи свідчить про те, що у фахових статтях та матеріалах конференції, що індексуються у наукометричній базі Scopus, в повній мірі викладено основні наукові

результати, отримані Харченком В. В. В тезах доповідей також викладені важливі наукові результати, які отримали обговорення на міжнародних конференціях і відповідним чином були апробовані.

Зауваження по дисертаційній роботі

Після детального аналізу дисертаційної роботи Харченка В. В. на тему «Обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропалями» та висвітлення наукових результатів, отриманих в ній, слід надати низку зауважень, що не знижують рівень наукової новизни та практичного значення та мають дискусійний характер:

1. Незрозуміло, чому, виконавши в першому розділі аналіз багатьох технологій підсилення ґрунтових основ за допомогою додаткових елементів, автор не приділив уваги методу укочування, що є найбільш розповсюдженим під час спорудження цивільних будівель на стрічкових фундаментах.

2. З положень пункту 2.2 «Обґрунтування міцності підсиленої мікропалями основи» незрозуміло, чому автор досліджує лише варіант розташування мікропали по центру фундаменту, а не провів оцінку варіантів розміщення елемента підсилення збоку, як це пропонується в деяких статтях, присвячених цьому питанню.

3. В розділі 2, на стор. 58-59 наведені дані про скінченно-елементні моделі, які дозволяють оцінити правильність проведення чисельного аналізу, однак про навантаження на модельний фундамент написано дуже коротко, цитую: «В якості навантаження моделі було прийнято значення 316,83 кН/м». Яким чином в комплексі SCAD це навантаження прикладалося до фундаменту?

4. На сторінці 70 автором вказано, що всі задачі, вирішені за допомогою скінченно-елементних моделей, є задачами великої розмірності (більше 150 тис. ступенів волі). На мій погляд, слід було б надати довідкові дані про час розрахунку таких моделей, а також комп'ютерні потужності, які дозволили вирішити задачі великої розмірності.

5. Методика експериментальних досліджень міцності та стійкості основи в плоскому лотку, що детально наведена в четвертому розділі, містить як

алгоритм проведення експерименту, так і його особливості, однак в ній не наведено таку важливу характеристику як марка цементу, що застосовувався для створення модельної мікропалі.

Загальний висновок по дисертаційній роботі

Дисертаційна робота Харченка Віталія Володимировича на тему «Обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропалями» є закінченим дослідженням, в якому отримані нові наукові результати, що дозволили досягти поставленої мети, а саме обґрунтування на базі отриманих результатів напружено-деформованого стану параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропалями. За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю та практичним значенням здобутих результатів вона повною мірою відповідає змісту спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Дисертаційна робота відповідає вимогам «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, а її автор, Харченко Віталій Володимирович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент,
доцент кафедри будівництва,
геотехніки і геомеханіки
НТУ «Дніпровська політехніка»
Міністерства освіти і науки України,
кандидат технічних наук, доцент

Г. Іванова

Ганна ІВАНОВА

