

Згідно з спеціалізованою вченою радою  
ДФ 08.084.032  
13.08.2024 р.  
Голова С.В.Р.Д.Т.Н.  
проф. Сеодій В.П.

## Рецензія

доцента кафедри «Інженерна геологія і геотехніка»

Українського державного університету науки і технологій,  
кандидата технічних наук, доцента **Ковби Владислава Валерійовича**  
на дисертаційну роботу **Харченка Віталія Володимировича**  
**«Обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ**  
**цивільних будівель при їх підсиленні мікропаллями»,**  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія,  
галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

### 1. Актуальність теми дисертації

Якісне улаштування та проектування фундаментів вважається основним елементом з безпекової складової. Однак поряд з класичними видами фундаментів існує багато альтернативних, які ще потребують подальшого випробування. Поряд з розвивається нова концепція створення цивільних об'єктів на ґрунтовій основі. Вона базується на тому, що до початку спорудження проводиться підсилення основи, тобто параметри її міцності та деформативності завищують з тим розрахунком, що після спорудження закладений запас дещо зменшиться. Підсилена система, хоча і втрачає деяку долю значень міцності та деформативності, все ж залишає запас, який дозволяє їй нормально експлуатуватися.

Серед десятків методів підсилення ґрунтової основи в останній час в Україні та країнах Європейського Союзу найбільш широко застосовуваним є метод створення вертикальних елементів (паль або мікропаль) на основі бурорізнювальної (*jet-grouting*, струминне нагнітання) або бурозмішувальної (*drilling-mixing technology*) технологій.

При всій технологічній пропрацьованості обох технологій до сих пір не існує теоретичного узагальнення їхнього впливу на ґрунтову основу.

Система «ґрунтова основа, підсилена мікропаллями», може в першому наближенні розумітися як композитна. Проте таке розуміння не прояснює

взаємодії між елементами підсилення та оточуючою їх ґрунтовою основою.

При тому, що досліджень конкретних випадків, проаналізованих в наукових статтях, існує сотні та тисячі, навіть первинного узагальнення проведено не було.

Дослідження системи «ґрунтова основа, підсилена мікропаллями», визначення закономірностей напружено-деформованого стану при взаємодії її елементів і, відповідно, обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропаллями є актуальною задачею для галузі будівництва в Україні.

## 2. Наукова новизна і практичне значення

**Наукова новизна** дисертаційної роботи Харченка Віталія Володимировича «Обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропаллями» ґрунтовно та точно сформульована в двох наукових положеннях:

1. Вперше на основі результатів чисельного аналізу із високим ступенем апроксимації  $R^2=0,99$  отримано закономірність вертикальних переміщень мікропалі, створеної на основі буроін'єкційної 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 на основі 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 мікропаллями в  $3d$  для елементів, що створені на основі буроін'єкційної й бурозмішувальної технологій, є мінімальною, проте застосування навіть поодиноких мікропаль зменшує вертикальні переміщення в 11,7...11,9 % (мікропалля з ґрунтоцементу) і в 18,1...18,5 % (мікропалля з армованого ґрунтоцементу).

**Практичне значення** полягає в обґрунтуванні параметрів міцності та



деформативності підсиленої мікропаллями основи на основі нового підходу до їх взаємного впливу і таким чином дозволяють визначати напружено-деформований стан основи на основі варіювання довжини, діаметру, деформаційних характеристик та розташування мікропаль, підбираючи оптимальні параметри підсилення, що потребується для різних ґрунтових основ, на яких зводяться цивільні будівлі.

### **3. 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.

Дисертація написана державною мовою науковим стилем, який забезпечує доступність сприйняття та осмислення матеріалів дослідження. В тексті роботи використовується загальноприйнята науково-технічна термінологія.

**Характер результатів дисертаційної роботи** свідчить про те, що наукові положення висновки, які сформульовані у дисертаційній роботі обґрунтовані в повній мірі та в повному обсязі, які регламентуються Міністерством освіти і науки України.

**Рівень новизни результатів дисертаційної роботи** полягає в отриманні відповідей на зазначені задачі дисертації, а саме:

- проаналізувати стан питання визначення параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропаллями;
- виконати порівняльний аналіз буроін'єкційної (струминної) та бурозміщувальної технологій влаштування мікропаль;
- створити скінченно-елементні моделі фундаменту цивільної споруди для проведення обґрунтування параметрів міцності та деформативності ґрунтової основи у непідсиленому стані та після підсилення;
- на основі результатів параметричного чисельного аналізу виконати обґрунтування напружено-деформованого стану підсиленої мікропаллями

основи на основі нового підходу до їх взаємного впливу;

– провести експериментальні дослідження міцності та стійкості непідсиленої та підсиленої мікропаллями ґрунтової основи в плоскому лотку та проаналізувати результати моделювання;

– провести порівняльний аналіз теоретичних побудов з результатами експериментальних досліджень для визначення адекватності авторських положень з результатами моделювання.

У вступі автором наведено основні дані про виконану ним самостійно наукову роботу, її об'єкт та предмет, мету та методи дослідження, а також формальні характеристики (публікації, участь в науково-дослідних темах, особистий внесок автора тощо), які надають змоги познайомитися з надалі викладеним матеріалом.

В першому розділі автором проведено аналіз моделей основи при її підсиленні мікропаллями, результати якого є основою подальшого чисельного аналізу. Виконано аналіз буроін'єкційної (струминної) та бурозмішувальної технологій влаштування мікропаль із визначенням їхніх особливостей, що важливо для розуміння напружено-деформованого стану системи «підсилена мікропаллями ґрунтова основа».

В другому розділі виконане обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ при їх підсиленні мікропаллями, для чого спочатку, в якості еталонного розрахунку, проведений розрахунок стрічкового фундаменту чотирьохповерхового будинку. На основі результатів, отриманих аналітично, проводиться порівняння масиву даних чисельного аналізу фундаменту, підсиленого мікропаллями.

В третьому розділі проведене обґрунтування напружено-деформованого стану підсиленої мікропаллями основи з урахуванням нового підходу до їх взаємного впливу. З'ясовано, що, базуючись на нормативному документі, який розроблено для забивних або буронабивних паль, неможливо ефективно зменшити вертикальні переміщення шляхом зближення мікропаль, оскільки відстань між мікропаллями в  $3d$  для елементів, що створені за допомогою буроін'єкційної й бурозмішувальної технологій, є мінімальною.

В четвертому розділі викладено результати експериментальних досліджень міцності та стійкості основи, підсиленої мікропалями, які є основою для доведення теоретичних авторських положень.

Висновки сформульовано лаконічно та чітко, вони повністю відображають результати поставлених задач дисертації. Список літератури відображає рівень задачі, що вирішена в дисертаційній роботі, причому посилань на роботи країни-агресора або застарілі джерела немає.

**4. Ступінь обґрунтованості основних наукових положень і висновків, сформульованих у дисертації** забезпечується коректним застосуванням математичного апарату, високим рівнем володіння розрахунковим комплексом SCAD та порівнянням результатів чисельного аналізу скінченно-елементних моделі стрічкового фундаменту на слабкій основі із результатами експериментальних досліджень міцності та стійкості непідсиленої та підсиленої мікропалями ґрунтової основи в плоскому лотку.

#### **5. Зв'язок дисертації з науковими темами, програмами та планами**

Дисертаційна робота 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.

## 6. Аналіз рівня оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові роботи аспіранта були опубліковані у співавторстві. В цих роботах автором була визначена мета, поставлені наукові завдання, проведений порівняльний та виконаний чисельний аналіз на основі розроблених автором скінченно-елементних моделей.

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, отриманих при підготовці дисертаційної роботи, з яких 4 фахові статті в журналах категорії «Б» та 4 тези доповідей. Слід відмітити, що автор дисертації виклав матеріали роботи в двох виданнях індексується у наукометричній базі Scopus, а саме:

1. Dubinchyk, O., Bannikov, D., Kildieiev, V., & Kharchenko, V. (2020). Geotechnical analysis of optimal parameters for foundations interacting with loess area. *E3S Web of Conferences*, 168, 00024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016800024>

2. Petrenko, V., Bannikov, D., Kharchenko, V., & Tkach, T. (2022). Regularities of the deformed state of the geotechnical system “soil base – micropile”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 970, 012028. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/970/1/012028>

**Апробація матеріалів дисертації.** Матеріали дисертаційної роботи викладалися на таких наукових заходах: VII Міжнародна науково-практична конференція «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика», що присвячена 100-річчю з дня народження академіка М. Г. Бондаря та 110-річчю з дня народження професора М. Н. Гольдштейна, 01-02 жовтня 2020 р., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпро; II International Conference "Essays of Mining Science and Practice", April 22-24, 2020, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine; 80 Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми і перспективи розвитку



залізничного транспорту», 17-18 вересня 2020 р., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Дніпро, 2019; III International Conference Essays of Mining Science and Practice, October 06-08, 2021, Інститут геотехнічної механіки, Дніпро; VIII Міжнародна науково-практична конференція «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика», 19-20 жовтня 2022 р., Український державний університет науки і технологій.

## 7. Зауваження по роботі

Після висвітлення позитивної сторони дисертаційної роботи та аналізу отриманих в ній наукових результатів, слід надати низку зауважень, що не знижують рівень наукової новизни та практичного значення та мають дискусійний характер:

1. В першому розділі автором обґрунтовано застосування гіпотези шару кінцевої товщини, що більш адекватний для чисельного підходу, однак, на мій погляд, для повної картини роботи системи можливо було б перевірити її в іншій моделі поведінки ґрунтів.

2. Під час проведення параметричного аналізу системи «підсилена мікропаллями ґрунтова основа» було б доцільно порівняти отримані результати напружено-деформованого стану мікропаль довжиною 6 метрів, розрахувавши мікропалі іншої довжини, наприклад, 3 метри, і надати висновок щодо доцільності улаштування мікропаль такої довжини.

3. В третьому розділі, на стор. 87 автор стверджує, цитую: «Найважливішим аргументом є грошові витрати, оскільки на 1 м вертикального елемента з ґрунтоцементу, навіть в армованому варіанту, витрачається в 2...2,5 рази менше грошей, ніж для буронабивної мікропалі (а якщо обсадна труба залишається в свердловині, то вартість збільшується до 3,0 разів)», однак результати економічних розрахунків в дисертації не наведено.

4. Відомо, що в Українському державному університеті науки і технологій існує геотехнічна центрифуга, що дозволяє проводити відцентрове моделювання ґрунтових основ та фундаментів. Чи автором розглядалася можливість таких експериментальних дослідів?

### **Загальний висновок по дисертаційній роботі**

Дисертаційна робота Харченка Віталія Володимировича є закінченим самостійним науковим дослідженням, в якому отримані нові результати, що вирішують поставлені наукові завдання і досягають поставленої мети, а саме обґрунтування на базі отриманих результатів напружено-деформованого стану параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропалями.

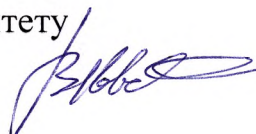
За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю та практичним значенням здобутих результатів дисертаційна робота Харченка Віталія Володимировича на тему «Обґрунтування параметрів міцності та деформативності основ цивільних будівель при їх підсиленні мікропалями» повною мірою відповідає змісту спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» й напряму наукових досліджень освітньо-наукової програми «Будівництво та цивільна інженерія» Українського державного університету науки і технологій, а також 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.

Рецензент, доцент кафедри

«Інженерна геологія і геотехніка»

Українського державного університету

науки і технологій, к.т.н., доцент



Владислав КОВБА