

ВИСНОВОК
ПРО НАУКОВУ НОВИЗНУ,
ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ
РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

здобувачки Бондаренко Наталії Костянтинівни на тему:
«Параметричний аналіз напружено-деформованого стану
горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом»,
що подана на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»,
галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»

Дисертаційна робота Бондаренко Наталії Костянтинівни на тему «Параметричний аналіз напружено-деформованого стану горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом» виконана на кафедрі «Транспортна інфраструктура» факультету «Будівництво, архітектура та інфраструктура» Українського державного університету науки і технологій, подана на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Тема дисертації затверджена на засіданні вченої ради Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (протокол № 5 від 26.12.2016 року), змінена на засіданні вченої ради Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (протокол № 3 від 20.11.2020 року).

1. Ступінь актуальності теми дисертації
та її зв'язок з планами наукових робіт університету

Дисертація присвячена розробці наукової ідеї параметричного аналізу напружень та деформацій незакріпленої або закріпленої горизонтальної виробки, що взаємодіє з шаруватим масивом. Концептуально параметричний аналіз базується на математичному моделюванні на основі методу скінченних елементів. За допомогою авторських алгоритмів рішення цього методу, отримане для конкретного розрахункового випадку, екстраполюється на інші розрахункові випадки.

Актуальність досліджень визначення напружено-деформованого стану горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом, обумовлена наявністю проблем під час спорудження перегінних тунелів шляхом щитової проходки, зокрема метрополітену в місті Києві. Вплив шаруватості для Київського метрополітену можна визначити як негативний, оскільки конструкція перегінного тунелю, що взаємодіє з шаруватим масивом, деформується неоднорідно.

Основою параметричного аналізу є те, що напружено-деформований стан на коловій горизонтальній виробці із одиничним радіусом за допомогою *scaling*-параметрів (*scaling* – масштабування) можна екстраполювати на виробки будь-якого радіусу. Розробка теоретико-практичних основ параметричного аналізу напружено-деформованого стану горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом, є метою дисертаційної роботи.

Для досягнення мети проведено аналіз стану питання визначення напружено-деформованого стану системи «горизонтальна виробка – шаруватий масив», а також методологічних підходів до шаруватості гірського масиву, ослабленого горизонтальною виробкою.

Висновки аналізу підтверджують, що математичне моделювання на основі методу скінченних елементів дозволяє виконати всі завдання дисертації. Створено скінченно-елементні моделі системи «горизонтальна виробка – породний масив», які дозволяють варіацію радіусу виробки та деформаційних властивостей шаруватого масиву. Також побудовано скінченно-елементні моделі з одиничними параметрами, які є первинними для подальшого скейлінгу (масштабування).

Проведене порівняння результатів параметричного аналізу перегінного тунелю Київського метрополітену з інструментальними вимірюваннями доводить високий ступінь адекватності розроблених авторкою теоретико-практичних положень параметричного аналізу, оскільки похибка між вертикальними переміщеннями, отриманими в ході математичного моделювання та маркшейдерських вимірювань, складає 3,0...14,5 %.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до тематики науково-дослідних робіт Українського державного університету науки і технологій (УДУНТ) (до грудня 2021 року – Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)), а саме держбюджетних науково-дослідних робіт (НДР) «Аналітичні закономірності напружено-деформованого стану оправи шахтних стовбурів при проведенні спеціальних робіт» (номер державної реєстрації 0117U006810), «Наукове обґрунтування інноваційних технологій відновлення об'єктів транспортної інфраструктури України» (номер державної реєстрації 0119U001139), «Математичне моделювання взаємодії тимчасового кріплення з оточуючим масивом при будівництві залізничних тунелів» (номер державної реєстрації 0119U001140), «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 «Теоретико-практичні основи визначення напружено-деформованого стану в оправах підземних конструкцій метрополітенів» (номер державної реєстрації 0121U108031). Авторка була виконавицею робіт у вказаних НДР, результати дисертаційної роботи у вигляді основ параметричного аналізу застосовувалися під час роботи над ними.

2. Наукова новизна, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Наукова новизна отриманих результатів полягає в розробці основ параметричного аналізу напружено-деформованого стану горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом, а саме:

1. Вперше з коефіцієнтом кореляції $R^2=0,97\dots0,99$ отримано закономірності напружень на контурі незакріпленої виробки в шаруватому масиві, які для трьох характерних точок є логарифмічними, а для двох точок мають лінійний характер, значення ж переміщень реальної закріпленої виробки на відміну від виробки з $R=1$ збільшуються в стільки разів, наскільки збільшується модуль пружності матриці при незмінному рівні напружень.

2. Вперше визначено, що для отримання напружень і переміщень незакріпленої виробки в шаруватому масиві будь-якого радіусу слід збільшити напруження в n разів (де n – відношення радіусів), а переміщення – в n^2 разів системи з одиничним радіусом $R=1$, тобто достатньо розрахувати лише один випадок шаруватості із визначеною товщиною шару та відношенням модулів пружності матриці і шару, щоб визначити напружено-деформований стан виробок з іншими геометричними і деформаційними параметрами.

Теоретичне значення отриманих результатів полягає в розробці аналітичних закономірностей, які дозволяють конкретний розрахунковий випадок за допомогою авторських алгоритмів екстраполювати на інші розрахункові випадки.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці положень параметричного аналізу напружено-деформованого стану горизонтальної виробки в шаруватому масиві, який дозволяє отримувати переміщення та напруження на коловій виробці із одиничним радіусом та за допомогою авторських параметрів екстраполювати його на виробки будь-якого радіусу, а також в практичних розрахунках для незакріпленої виробки при різних значеннях уведеного авторкою χ -параметру (відношення модулів пружності матриці і шару) та для закріпленої за допомогою k -параметру (відношення модулів пружності конструкції і матриці) визначати НДС горизонтальної виробки і виконувати підбір матеріалу оправи.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є одноосібно виконаною працею. Усі наукові результати, викладені у дисертації, отримані авторкою самостійно. Ряд наукових робіт був опублікований у співавторстві з іншими вченими. Слід відмітити, що в цих працях авторкою визначені мета і постановка наукових завдань та виконана їхня практична реалізація з допомогою авторської методики параметричного аналізу.

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертація написана українською мовою з дотриманням стилю викладення результатів проведених досліджень відповідно до встановлених вимог. Стиль викладання наукових положень і висновків забезпечує доступність сприйняття та осмислення матеріалів

дослідження. В тексті роботи використовується загальноприйнята науково-технічна термінологія.

3. Наукові публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, та повнота опублікування результатів дисертації

За темою дисертації на тему «Параметричний аналіз напружено-деформованого стану горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом» Бондаренко Н. К. опубліковано 12 наукових публікацій, що повно розкривають основний зміст дисертаційної роботи та є апробацією результатів, отриманих при підготовці дисертаційної роботи, з яких 3 фахові статті в журналах категорії «Б», 1 стаття, яка опублікована у періодичному виданні, що індексуються у наукометричних базах Scopus або WoS, та 8 тез доповідей (з яких 3 індексуються у наукометричній базі Scopus), а саме:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати:

1. Бондаренко, Н. К. Порівняльний аналіз результатів маркшейдерських та чисельних досліджень перегінного тунелю Київського метрополітену / Н. К. Бондаренко, О. Л. Тютюкін // Наука та прогрес транспорту. – 2022. – № 2(98). – С. 78-85. DOI: <https://doi.org/10.15802/stp2022/267934> (фахове видання)

2. Bondarenko, N. Parametric analysis of the stress-strain state for the unsupported and supported horizontal underground workings / O. Tiutkin, N. Bondarenko // Acta Technica Jaurinensis. – 2022. – № 15(4). – P. 199-206. DOI: <https://doi.org/10.14513/actatechjaur.00681> (фахове видання)

3. Бондаренко, Н. К. Критичний аналіз підходів до визначення напружено-деформованого стану системи «горизонтальна виробка – шаруватий масив» / Н. К. Бондаренко, О. Л. Тютюкін // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. – 2022. – № 22. – С. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.15802/bttrp2022/268182> (фахове видання)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

4. Тютюкін, О. Л. Числовий аналіз варіантів закладення шаруватого масиву при взаємодії із виробкою кругового окреслення [Текст] / О. Л. Тютюкін, Т. П. Решетняк, Н. К. Петросян* // Матеріали 78 Міжнародної науково-практичної

конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, 2018. – С. 237-238. **(тези конференції)**

5. Тютюкін, О. Л. Основи параметричного аналізу напружено-деформованого стану незакріплених виробок в шаруватому масиві [Текст] / О. Л. Тютюкін, Н. К. Петросян, Шибасєва А. В. // Матеріали 79 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, 2019. – С. 272-274. **(тези конференції)**

6. Tiutkin, O. Regularities of stress state of unsupported working occurring in a layered massif [Текст] / O. Tiutkin, N. Petrosian, A. Radkevych, A. Alkhdour // International Conference Essays Of Mining Science And Practice // E3S Web of Conferences 109, 00100 (2019), DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900100> **(тези конференції; видання індексується у наукометричній базі Scopus)**

7. Бондаренко, Н. К. Закономірності напружено-деформованого стану незакріпленої виробки як функції scaling-параметрів [Текст] / Н. К. Бондаренко, О. Л. Тютюкін // Тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції «Транспортні споруди: стан, проблеми збереження, ремонт», м. Харків, 15 листопада 2019 р. – С. 48-50. **(тези конференції)**

8. Alkhdour, A. Prediction of the stress-strain state of circular workings in a layered massif by scaling [Текст] / A. Alkhdour, A. Radkevych, O. Tiutkin, N. Bondarenko // II International Conference Essays of Mining Science and Practice, E3S Web of Conferences, 168, 00020 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016800020> **(тези конференції; видання індексується у наукометричній базі Scopus)**

9. Тютюкін, О. Л. Процес скейлінгу для визначення напружено-деформованого стану закріпленої виробки [Текст] / О. Л. Тютюкін, Н. К. Бондаренко, І. А. Ларіонова // Матеріали 80 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені

академіка В. Лазаряна, Дніпро, 2020. – С. 163-166. (тези конференції)

10. Тютюкін, О. Л. Особливості напружено-деформованого стану перегінних тунелів, пройдених в слабких шаруватих ґрунтах [Текст] / О. Л. Тютюкін, Н. К. Бондаренко, І. А. Ларіонова // Матеріали 81 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, 2021. – С. 193-195. (тези конференції)

11. Alkhdour, A. The parametric analysis of the supported circular working interacting with the layered massif [Текст] / A. Alkhdour, A. Radkevych, O. Tiutkin, N. Bondarenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 970, 012033 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/970/1/012033> (тези конференції; видання індексується у наукометричній базі Scopus)

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

12. Tiutkin, O. Controlling stress state of a hoisting shaft frame in the context of specific freezing process [Текст] / O. Tiutkin, V. Petrenko, N. Petrosian, V. Miroshnyk, A. Alkhdour // Mining of Mineral Deposits. – 2018. – 12(4). – pp. 28-36. DOI: <https://doi.org/10.15407/mining12.04.028> (видання індексується у наукометричній базі Scopus)

***Примітка.** Н. К. Петросян – дівоче прізвище Н. К. Бондаренко.

Внесок авторки в наукові публікації, що написані у співавторстві: у фахових статтях [1] і [2] аналізувала результати розроблених нею скінченно-елементних моделей та проводила порівняльний аналіз; у фаховій статті [3] проводила критичний аналіз підходів до визначення напружено-деформованого стану та брала участь у формуванні висновків; в статті [12], що індексується у наукометричній базі Scopus, виконувала аналіз результатів скінченно-елементних розрахунків; в матеріалах конференцій [6], [8] і [11], що індексуються у наукометричній базі Scopus, Н. К. Бондаренко викладала основи авторського параметричного аналізу, проводила математичне моделювання на основі чисельного аналізу; в тезах конференцій [4], [5], [7], [9] і [10] визначала мету і постановку завдань.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи викладалися на таких наукових заходах: 78 Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», 17-18 травня 2018 р., ДНУЗТ, м. Дніпро; 79 Міжнародна науково-практична конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», 16-17 травня 2019 р., ДНУЗТ, м. Дніпро; International Conference Essays of mining science and practice, 25-27 червня 2019 р., м. Дніпро; I Міжнародна науково-технічна конференція «Транспортні споруди: стан, проблеми збереження, ремонт», 15 листопада 2019 р., м. Харків; II International Conference Essays of Mining Science and Practice, 22-24 квітня 2020 р., м. Дніпро; 80 Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», 17-18 вересня 2020 р., ДНУЗТ, м. Дніпро; VII Міжнародна науково-практична конференція «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика», 01-02 жовтня 2020 р., ДНУЗТ, м. Дніпро; 81 Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», 22-23 квітня 2021 р., ДНУЗТ, м. Дніпро; III International Conference Essays of Mining Science and Practice, 06-08 жовтня 2021 р., м. Дніпро.

4. Дані про відсутність текстових запозичень та порушень академічної доброчесності

Під час виконання дисертації здобувачка Бондаренко Н. К. дотримувалась принципів академічної доброчесності, що підтверджено сервісом перевірки робіт на виявлення збігів/схожості текстів Unicheck, який виявив 11,0 % збігів (Unicheck Similarity Report, ID перевірки: 1016203323). За результатами перевірки та аналізу матеріалів дисертації не було виявлено ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації.

ВИСНОВОК:

Ознайомившись з дисертаційною роботою Бондаренко Наталії Костянтинівни на тему «Параметричний аналіз напружено-деформованого

стану горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом» зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та науковими публікаціями, у яких висвітлено основні наукові результати, а також враховуючи результати апробації дисертаційної роботи, вважаємо, що:

1. Дисертаційна робота «Параметричний аналіз напружено-деформованого стану горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом» за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю та практичною придатністю здобутих результатів відповідає вимогам ОНП «Будівництво та цивільна інженерія», є закінченим фундаментальним дослідженням, що має вагомий внесок у розвиток галузі.

2. Дисертаційна робота «Параметричний аналіз напружено-деформованого стану горизонтальної виробки, що взаємодіє із шаруватим масивом» 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, і рекомендується до разового захисту у спеціалізованій вченій раді.

Голова засідання, професор кафедри
«Транспортна інфраструктура»,
д.т.н., професор



Дмитро КУРГАН

Секретар, доцент кафедри
«Транспортна інфраструктура»
к.т.н., доцент



Ольга ДУБІНЧИК



Курган Д., Дубинчик О. засвіргую
Сергію кадрів
ШЕЛКОВА