

УДК 624.131: 624.154

*Винников Юрій, д.т.н., професор,  
ORCID: 0000-0003-2164-9936, e-mail: vynnykov@ukr.net  
Харченко Максим, к.т.н., доц.,  
ORCID: 0000-0002-1621-2601, e-mail: kharchenkomo@ukr.net  
Акопян Мкртіч, аспірант,  
ORCID: 0000-0002-5271-6639, e-mail: armenia3579@gmail.com  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## ПРАКТИКА УЛАШТУВАННЯ КОТЛОВАНУ ПОРУЧ З ІСНУЮЧОЮ ЗАБУДОВОЮ

***Анотація.** Подано досвід улаштування котловану для новобудови за умов щільної міської забудови. Стійкість бортів котловану підтримується вертикальними металевими елементами і на різних стадіях відкопування ґрунтовою бермою та розпірною системою. Аналіз напружено-деформованого стану (НДС) системи «основа фундаментів існуючих будівель – огороження котловану» змодельовано методом скінченних елементів (МСЕ).*

***Ключові слова:** глибокий котлован, розпірна система огороження, осідання, існуюча забудова, метод скінченних елементів.*

*Vynnykov Yuriy, DSc, Professor  
ORCID: 0000-0003-2164-9936, e-mail: vynnykov@ukr.net  
Kharchenko Maksym, PhD, Associate Professor  
ORCID: 0000-0002-1621-2601, e-mail: kharchenkomo@ukr.net  
Akopian Mkrtych, post-graduate  
ORCID: 0000-0002-5271-6639, e-mail: armenia3579@gmail.com  
National university «Yuri Kondratyuk Poltava polytechnic»*

## PRACTICE OF ARRANGEMENT OF THE EXCAVATION NEAR EXISTING BUILDINGS

***Abstract.** The experience of arranging the excavation for a new building under the conditions of dense urban development is presented. The stability of the sides of the excavation is supported by vertical metal elements and at different stages of excavation with a soil berm and a support system. The analysis of the stress-strain state (SSS) of the system «the foundations of existing buildings - support system for excavation» is modeled by the finite element method (FEM).*

***Keywords:** deep excavation, retaning wall system, settlement, existing building, finite element method.*

**Вступ.** Улаштування глибокого котловану в зоні існуючої забудови – складна геотехнічна задача. Досвід показує, що внаслідок впливу зведення та експлуатації нових об'єктів основи фундаментів оточуючої забудови подеколи зазнають значних деформацій, а іноді подальша експлуатація цієї забудови стає небезпечною [1, 2].

**Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій.** Граничні додаткові абсолютні й відносні деформації основ фундаментів будівель і споруд навколишньої забудови, розташовані в зоні впливу глибоких котлованів або комунікацій залежать від типу цих об'єктів і категорії їх технічного стану [1 – 4].

При проектуванні основ і фундаментів нових будівель і споруд за умов щільної забудови звичайно здійснюють оцінювання, найчастіше методом скінченних елементів

(МСЕ), впливу нової забудови на напружено-деформований стан (НДС) навколишнього ґрунтового масиву, зокрема, й основ оточуючих споруд [1 – 5].

**Виділення ще не розв'язаних частин проблеми.** До складових цієї системи входять ґрунтовий масив, існуючі фундаменти й надземні частини будівель у певному технічному стані, підземні інженерні мережі, котлован на різних стадіях його відкопки та елементи його огороження, фундаменти новобудови, її несучі конструкції. Тому є складність урахування цих чинників для мінімізації впливу нового будівництва на оточуючі будівлі та існуючі мережі, при цьому, звичайно за найменших витрат.

Звідси **мета роботи** – на характерному натурному об'єкті за умов щільної міської забудови мінімізувати до нормативних вимог вплив нового будівництва у більш глибокому порівняно з рівнем підшви існуючих фундаментів котловані при використанні найдешевшого з можливих конструктивних рішень системи огороження.

**Основний матеріал і результати.** До будівництва обстежено основи і фундаменти існуючих будівель, зафіксовано стан їх конструкцій, пошкодження і дефекти, спрогнозовано їх максимальні допустимі додаткові осідання, що стало вихідними граничними даними для проекту огороження котловану та розпірної системи на різних стадіях його влаштування.

На рис. 1 наведено просторову модель ситуації влаштування котловану в існуючій забудові, а на рис. 2 – один із розрізів з геометричними параметрами й технічними рішеннями огороження котловану.



**Рис. 1 – Просторова модель ситуації влаштування котловану в існуючій забудові**

Нова будівля – односекційна, восьмиповерхова, з підземним паркінгом. До багатоповерхової частини примикає одноповерховий підземний паркінг через деформаційний шов. Висота підземного поверху складає 3.9 м, а глибина котловану – понад 4.0 м. Новобудова – каркасно-монолітна споруда від фундаменту до перекриття над першим поверхом, а вище – споруда безкаркасна з поздовжніми та поперечними несучими стінами і міжповерховими перекриттями зі збірних плит перекриття. Її фундамент – палі С140.35-8, об'єднані залізобетонним стрічковим ростверком під стіни й окремими залізобетонними ростверками під колони.

Для зменшення навантажень на огороження скорочено глибину огороження котловану шляхом влаштування попереднього котловану глибиною 1.8 м поблизу будівлі. Потім з дна цього котловану вдавнено вертикальні елементи огороження (металеві палі з двотаврів 30Ш1 довжиною 10 м, з кроком 1.0 – 1.5 м), між якими створено дерев'яну забірку та з'єднати обв'язувальною балкою.

Огороження створювали за такими стадіями: 1 – занурення з земної поверхні вдавнених палей для новобудови (до розробки котловану); влаштування за контуром

вертикальних елементів огороження котловану крім зони біля будівлі; 2 – прохідка «піонерного» котловану на глибину 1.8 м від поверхні; вдавлення паль огороження з двотаврів 30Ш1 між котлованом і фундаментом існуючої будівлі; 3 – відкопування котловану на проектну глибину під захистом ґрунтової берми шириною 3.2 м з відкосом 45 – 50°; 4 – улаштування у верхній частині огороження (0.5 м від поверхні) об'язувальної розподільчої балки з двотаврів 30Ш1, встановлення підкосів із двотаврів 30Ш1 з кроком 4 м на попередньо влаштовані ростверки майбутньої будівлі; 5 – виконання робіт із улаштування стрічкових ростверків під стіну паркінгу, влаштування підлоги паркінгу, яка виконуватиме роль розпірної системи та сприйматиме навантаження від огороження, також доцільно виконати вертикальні залізобетонні конструкції (пілони, стіни) до рівня підкосів і лише після набору міцності бетоном зняти підкоси та продовжити виконання монолітних робіт.

Розрахунок розпірної системи виконано МСЕ (при використанні пружно-пластичної моделі ґрунту з критерієм міцності Кулона – Мора), розрахункова схема фрагменту огороження і результати розрахунку подано на рис. 3.

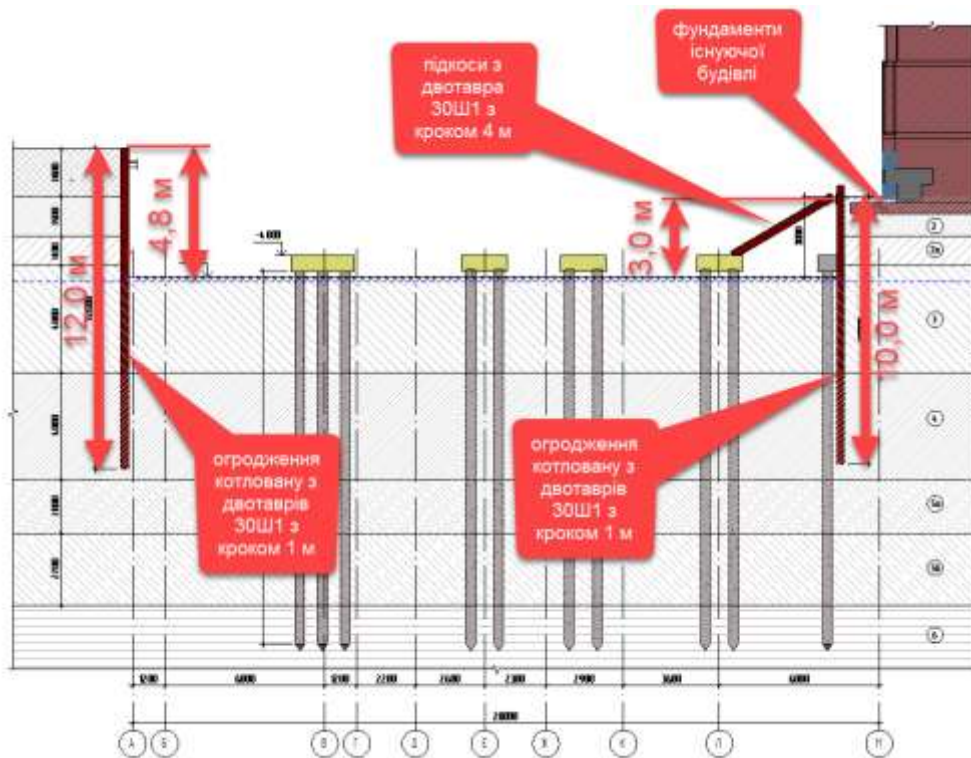


Рис. 2 – Переріз по котловану

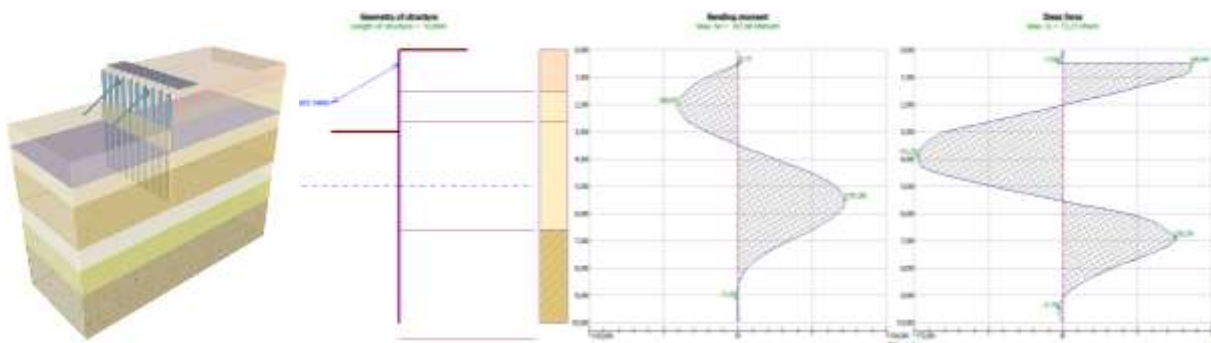


Рис. 3 – Схема фрагменту огороження котловану і результати розрахунку МСЕ

При цьому максимальні додаткові осідання основ фундаментів існуючої житлової будівлі не перевищать 8 мм. Дана технологія влаштування котловану виявилась найбільш дешевою.

Для вимірювання додаткових деформацій на цих будівлях закріпили осадочні марки та влаштовували на території ґрунтові репери й опорні точки (поза зоною впливу нового будівництва). Електронним тахеометром заміряли відхилення кутів стін від вертикалі. Періодичність зйомок залежала від темпів будівництва (кілька раз на тиждень). На найближчій до котловану будівлі встановлено ще автоматичний датчик крену.

На рис. 4 показано роботи з влаштування котловану.



Рис. 4 – Влаштування котловану та елементів його огородження

**Висновок.** Таким чином, на характерному натурному об'єкті за умов щільної забудови й замкнених лесових ґрунтів було мінімізовано до нормативних вимог можливий вплив нового будівництва у більш глибокому порівнянні з рівнем подошви існуючих фундаментів котловані.

#### Література

1. EN 1990:2002/A1:2005/AC Eurocode: Basis of Structural Design [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC], 2010. – 144 p.
2. Briaud J.-L. Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils / J.-L. Briaud. Wiley. – 2013. – 1024 p.
3. Katzenbach R. Value Engineering as a basis for safe, optimized and sustainable design of geotechnical structures / R. Katzenbach, S. Leppla, M. Seip and S. Kurze // Proc. of the XVI European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development. Edinburgh, Scotland, 2015. – P. 601 – 606.
4. Бойко І.П. Вплив послідовності зведення суміжних секцій висотного будинку на перерозподіл зусиль у пальових фундаментах / І.П. Бойко, В.С. Носенко // Зб. наук. праць (галузеве машинобуд., буд-во). – Вип. 4(34). – Т.1 – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С. 54 – 60.
5. Chau K. Numerical Methods / K. Chau // Proc. of the 18<sup>th</sup> Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Paris. – 2013. – P. 647 – 654.