

## РІШЕННЯ ПІДЗЕМНОГО РОЗШИРЕННЯ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

В умовах щільної забудови великих міст виникає потреба в створенні додаткового простору для розміщення побутових та інженерно-технічних приміщень під існуючими спорудами. До таких споруд можна віднести: підземні торговельні комплекси, побутові склади, підземні паркінги, архіви та ін..

Створення таких структур зазвичай виконується без припинення функціонування будівлі, що розширюється і тому вона потребує особливих зусиль по забезпеченню її безперервного функціонування.

З досвіду закордонних спеціалістів в галузі підземного будівництва можна виділити окремі випадки у вирішенні такої задачі.

Коли виникла потреба розширення простору готелю *Nikolajeff House, Kaisaniemi, Helsinki*, Фінляндія для розміщення під ним казино, в склад будівництва увійшли земляні роботи в підвальному просторі, реконструкція наземного поверху готелю, наявних основних несучих структур, а також дерев'яних палевих опор. Було виконано пониження рівня фундаменту на глибину 16 м. в скельній основі, що досягалося проведенням буро вибуховими роботами під існуючою будівлею.

В районі будівництва розташовувалися декілька підземних споруд: комунікаційний тунель, тунелі і станції метро, підземна автостоянка. Також біля готелю розташовувався кінокомплекс на 10 екранів, частина залів примикає до запроєктованого казино

Готель розташований на березі морського заливу на потужних шарах глини та мулистих відкладеннях. Нижче їх на глибині 4-7м знаходиться похила поверхня скелі з нижньою точкою на глибині 12м.

Існуючий палевий дерев'яний фундамент за роки експлуатації був повністю зруйнований і перетворений в рихлий пульпо подібний матеріал.

Для створення опори під існуючі несучі зовнішні стіни і запобігання притоку води в майбутній підземний котлован, проводились тампонажні роботи. З середини надземного поверху будівлі висотою 2,5м цими роботами були створені палеві підпірні стіни, котрі потім зв'язувались анкерами зі скельним масивом.

Перед видаленням старих фундаментів була влаштована під стелею наземного поверху масивна балочна структура, яка сприймала на себе навантаження від будівлі і передавала її на 230 тимчасових сталевих паль діаметром 170мм, які влаштовувались в скельний масив між існуючими дерев'яними палями скрізь підлогу наземного поверху, що створювали жорсткі баштові конструкції, зв'язані між собою.

Таким чином, зовнішні стіни будівлі спирались а підпорні стіни, створені тампонажними колонами, а середина будівлі на тимчасові сталеві палі. Після внутрішні структури наземного поверху нижче стелі, включаючи старі палі були демонтовані.

Земляні роботи виконувались стадіями з відповідними демонтажними роботами. Видача ґрунту проводилась через шахту розмірами 2,5x2,5 м, пройдена у вже існуючий пішохідний тунель, що мінімізували тим самим шкоду на навколишнє середовище.

Так як далі вся вага будівлі повинна була передана на колони, на рівні фундаментів цих колон було пройдено два прокольних робочих тунелю довжиною по 30 м і площею перерізу 18 м<sup>2</sup> кожен.

В центрі баштових тимчасових паль були пройдені 20 вертикальних шахт перерізом 1,4x1,4 м, в середині яких були встановлені залізобетоні колони.

Після передачі навантаження на колони тимчасові палі видалились.

Концертний зал *Carnegie Hall* в Нью-Йорку, США на початку він мав два концертних зала різних розмірів. Але в 1997 було прийнято рішення про створення ще одного залу, для цього було потрібно розширити і заглибити вже існуючий підземний зал.

Перед початком робіт декілька колон, що підтримували цегляну структуру верхньої частини столітньої давності, були видалені, а інші були заглиблені на 4,9м від рівня нового фундаменту. Розробка породи проводилась за допомогою буровибухових робіт, гідромолотів і хімічно розширюючих реагентів. Транспортування породи і обладнання проводилась через вертикальні отвори з поверхні і проходи розміром 2,7x3,7 м. Вже існуючий зал, що знаходився над будівельним майданчиком, під час робіт підтримувався мережею колон і балок перекриття. Зал після розширення мав ширину близько 17 м і довжину близько 30, а в висоту досягав 9 метрів.

*Пріймальний центр бібліотеки університету штату Мінеаполіс (Underground Minnesota Library Access Center)*, Minneapolis, США збудований під землею і має два відділення – архівну колекцію, та сховище важливих, але рідкозапитуваних матеріалів.

В склад комплексу входять дві підземні порожнини загальною площею 9,9 тис. м<sup>2</sup>, які проводилися підземним способом з загальним об'ємом виїнятої гірничої маси 73 тис. м<sup>3</sup>.

Над підземними порожнинами розташована надземна будівля, яка побудована із сталюого каркасу з цегляними перегородками. Воно з'єднано з порожнинами вертикальною шахтою глибиною 9,1 м. Комплекс включає також портал висотою 15,2 м, який забезпечує проїзд шириною 12,8 м, якого достатньо для важких вантажних машин.

На будівельній ділянці залягають наноси товщиною 12,2 м, вапняк 8,5 м, глинистий сланець 0,6 м та піщаник потужністю 45,7 м. Оскільки над піщаником залягає тріщинуватий вапняк, насичений водою, яка забруднена

нафтовими домішками, довелося використовувати спеціальні заходи по зменшенню забруднення, щоб вода, яка відкачувалася при проведенні екскаваційних робіт була прийнята міською каналізацією.

Вздовж стін кожної порожнини, встановлювалися 405 вигнутих попередньо напружених кріпильних панелей товщиною 20 см, висотою 7,6 м, шириною 3м, радіусом закруглення 9 м, вагою 11,3 т. Вигнуті панелі забезпечували зчеплення з породою і додаткове закріплення стін порожнини. Кожна панель встановлювалася в проколну нішу-штрубу в ґрунті на бетонну подушку і потім кріпилася до породної стінки анкерними болтами. Стик між панелями і покрівлею порожнини бетонувався набризкбетоном. Після установки групи з 5 панелей в просвіт між ними і породною стіною порожнини рівній приблизно 5 см нагнітався тампонажний розчин, що застигав протягом шести годин.

В закінченій порожнині було збудовано одноповерхову будівлю довжиною 168 м та шириною 16,8 м для розміщення колекції бібліотеки. Споруда з обох сторін і зверху має кліренс 1,22 м що забезпечують доступ до обслуговування аварійного виходу.

Ще один варіант будівництва під існуючим спорудами запропонував архітектор Скотт Дуенов. Для втілення ідеї розширення одного з театрів на Бродвеї, в Нью-Йорку, США, місткість якого складає 1700 місць він обрав метод підняття будівлі над фундаментом на 29 футів (близько 9 метрів).

Спочатку будуть посилені вже існуючі ферми а одна з частин будівлі театру буде просто вилучена. Навколо театру також буде побудований захисний ящик як над так і під землею. Після чого буде встановлені спеціальні стійки для кріплення. Зрештою в зазор будуть встановлені домкрати які і почнуть рух театру. Планується підіймати театр етапами по дюйму за раз. Планується що підняття триватиме 14 днів.

Після підняття на проектну відмітку почне створення фактично нової споруди під театром і закріплення фундаменту.

Розглянувши представлені варіанти розширення будівель за рахунок підземного простору можна зробити висновок, що з розвитком сучасних технологій ця проблема стала вирішуваною в Україні і в світі в цілому.

## Література

1. Levytskyi V., Sobolevskiy R., Korobiichuk V. The optimization of technological mining parameters in quarry for dimension stone blocks quality improvement based on photogrammetric techniques of measurement // Rudarsko-geološko-naftni zbornik. 2018. Т. 33. № 2. С. 83–90.
2. Korobiichuk V. Study of Ultrasonic Characteristics of Ukraine Red Granites at Low Temperatures // International Conference on Systems, Control and Information Technologies 2016. Springer International Publishing. 2016. С. 653–658.
3. Sobolevskiy R., Korobiichuk V., Iskov S., Pavliuk I., Kryvoruchko A. Exploring the efficiency of applying fractal analysis for the process of decorative stone quality control // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6 / 3 (84). P. 32–40.
4. Sobolevskiy R., Zuievskaya N., Korobiichuk V., Tolkach O., Kotenko V. Cluster analysis of fracturing in the deposits of decorative stone for the optimization of the process of quality control of block raw material // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. 5/3 (83). P. 21–29.
5. Korobiichuk V., Shamrai V., Iziumova O., Tolkach O., Sobolevskiy R. Definition of hue of different types of pokostivskiy granodiorite using digital image processing // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. 4/5 (82). P. 52–57.
6. Korobiichuk I., Korobiichuk V., Nowicki M., Shamrai V., Skyba G., Szewczyk R. The study of corrosion resistance of Pokostivskiy granodiorites after processing by various chemical and mechanical methods // Construction and Building Materials. 2016. Volume 114. P. 241–247.