

УДК 624.152

к.т.н., професор Осипов О.Ф.,
Літнарівич Є.В., Шепетюк Г.О.,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ КОТЛОВАНІВ В СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ МІСТА КИЄВА

На прикладі будівництва багатопверхового житлового комплексу з підземним паркінгом в Печерському районі м. Києва, висвітлено конструктивні та технологічні особливості влаштування котловану в складних інженерно-геологічних умовах.

Ключові слова: технологія, котлован, складні інженерно-геологічні умови.

Останнім часом внаслідок розвитку сучасної інфраструктури м. Києва та розширення його житлово-комунального фонду, все частіше під забудову потрапляють території, що нещодавно вважались непридатними для будівництва через складність інженерно-геологічних умов.

Зокрема, такими територіями є зсувонебезпечні ділянки, що мають розповсюдження в центральній правобережній частині міста, як наприклад схили долин річок Дніпра і Либіді, та схили, що утворились внаслідок ерозійного розмиву та розчленування рівнинних територій.

Звичайно, будівництво на таких територіях майже завжди пов'язано зі значними додатковими витратами, однак брак вільних для забудови ділянок з нормальними умовами, а також досить вигідне розташування у центральних районах міста таких, складних з точки зору проектування та будівництва майданчиків, робить питання освоєння зсувонебезпечної зони все більш актуальними. В свою чергу, це потребує обґрунтування та розробки нових ефективних методів та підходів до проектування та будівництва на схилах.

Різні аспекти влаштування котлованів в таких складних інженерно-геологічних умовах висвітлені в роботах багатьох авторів [1-5] та регламентовані в технічній документації [6, 7].

На сьогодні підземний простір широко використовується для розміщення підземних та напівпідземних паркінгів та об'єктів громадського та побутового призначення. У багатьох великих містах до проектування об'єктів житлового будівництва введені обов'язкові вимоги щодо забезпечення нормованою кількістю місць для автостоянок; а оскільки з архітектурно-планувального боку паркінги більш зручно розташовувати нижче денної поверхні, необхідність будівництва заглиблених приміщень зростає.

Більшість заглиблених об'єктів громадського призначення зводиться відкритим способом – з влаштуванням глибоких котлованів. В межах щільної міської забудови це завжди потребує влаштування спеціальних підпирних огорожуючих конструкцій. У якості таких конструкцій найчастіше використовуються буронабивні палі, або огороження, влаштовані способом "стіна в ґрунті" тощо. Конструктивна схема огороження котлованів при малих глибинах найчастіше передбачає консольне закріплення в ґрунті; а при збільшенні глибини використовуються додаткові анкерні кріплення, у тому числі гуртові анкери.

Геометричні характеристики та параметри котловану залежать від наявності підземних приміщень, обмеженості ділянки будівлями, підземними комунікаціями, дорогами та об'єктами благоустрою. Сучасні архітектурні рішення та потреба в мінімізації впливу під час будівництва на існуючі будівлі та оточуюче геологічне середовище, також мають значний вплив на геометрію котловану. При проектуванні котлованів необхідно мати на увазі, що при виборі способу виробництва робіт враховується послідовність виконання всіх етапів. Вибраний спосіб кріплення стінок котловану також впливає на хід виконання подальших етапів робіт аж до їх повного закінчення.

У якості прикладу влаштування котловану в складних інженерно-геологічних умовах розглянемо будівництво багатоповерхового житлового комплексу з підземним паркінгом в Печерському районі м. Києва (рис. 1 та 2).

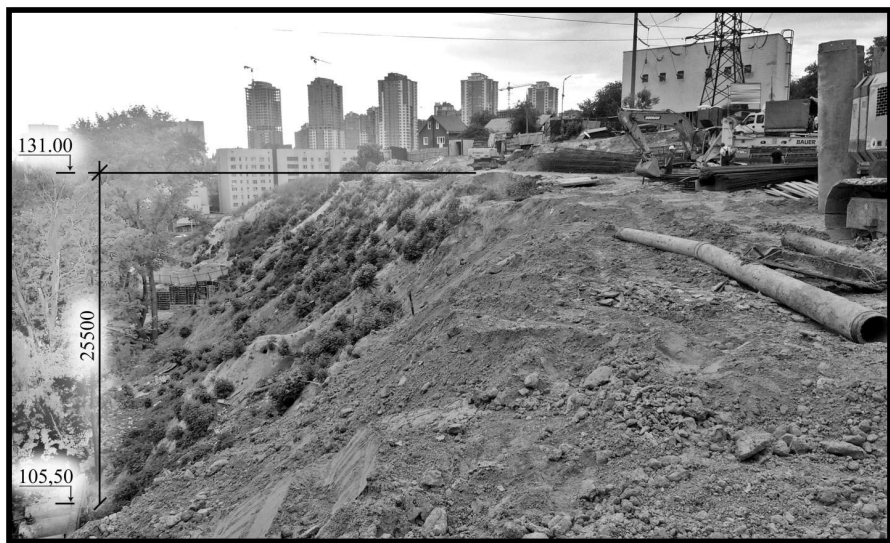


Рис. 1. Вигляд схилу в північному напрямку на рівні першого етапу влаштування котловану

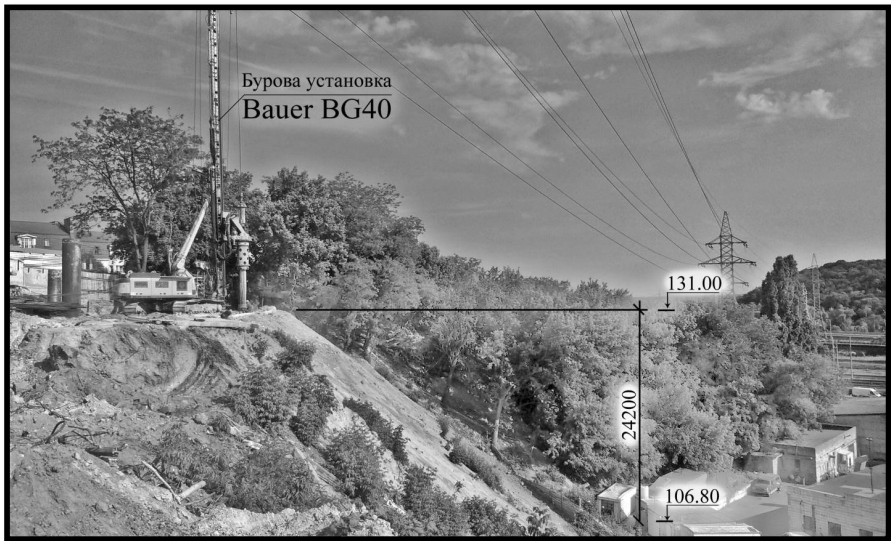


Рис. 2. Вигляд схилу в південному напрямку на рівні першого етапу влаштування котловану

Майданчик будівництва розташований вздовж червоної лінії вулиці. З боків до нього прилягають існуючі будинки старої забудови (див. рис. 1 та 2).

За складністю інженерно-геологічних умов територія робіт відноситься до III категорії. В геоморфологічному відношенні ділянка під будівництво розташована на схилі пагорбу, з абсолютними відмітками поверхні землі 105,58-134,91 м (перепад висот складає до 25,5 м, див. рис. 1-2). Розкрита бурінням і випробувана товща ґрунтів за генетичними ознаками і фізико-механічними властивостями є надзвичайно складна та різноманітна – представлена 14-ма інженерно-геологічними елементами. Ґрунтові води зустрінуті на глибинах від 0,4 до 19,6 м (абсолютні відмітки 104,98-116,88 м).

Запроектована будівля має дві черги по двадцять сім наземних поверхів та від двоповерхового до шестиповерхового підземний паркінг під всією плямою забудови. Конструктивне рішення висотної частини (27 поверхів) – монолітний залізобетонний в'язевий безригельний каркас з плоскими перекриттями та стінами-діафрагмами сходово-ліфтового блоку у якості ядра жорсткості. Каркас частини підземного паркінгу, відділеної від висотної частини деформаційним швом, виконується монолітним залізобетонним. Жорсткість і стійкість каркасу паркінгу забезпечується залізобетонними стінами і жорсткими вузлами сполучення колон з плитами перекриття і ростверку – за рамною схемою.

На даному об'єкті ускладнюючим фактором також є те, що вздовж двох сторін паркінгу потрібно передбачити розміщення лінії електропередачі.

Для збільшення економічної ефективності капіталовкладень у об'єкт будівництва, підпірна стіна проектувалася не тільки для тимчасового огороження котловану, а й у якості стін підземних поверхів паркінгу та сприймання навантажень від його перекриттів.

До початку проектування було виконано обстеження технічного стану існуючих будинків з визначенням глибини закладання та конструкції їх фундаментів.

Всі ці умови враховувалися при визначенні робочих розмірів котловану. Звертаючи увагу на конструктивно-планувальні рішення паркінгу та будівлі, будівельну техніку, яка буде використовуватись, та результатів статичного розрахунку, оптимальним варіантом було прийнято зведення багатоярусного котловану, з огороженням його стінкою із буронабивних паль.

Але, при проектуванні подібної конструкції, виник ряд проблемних питань, серед яких основними є:

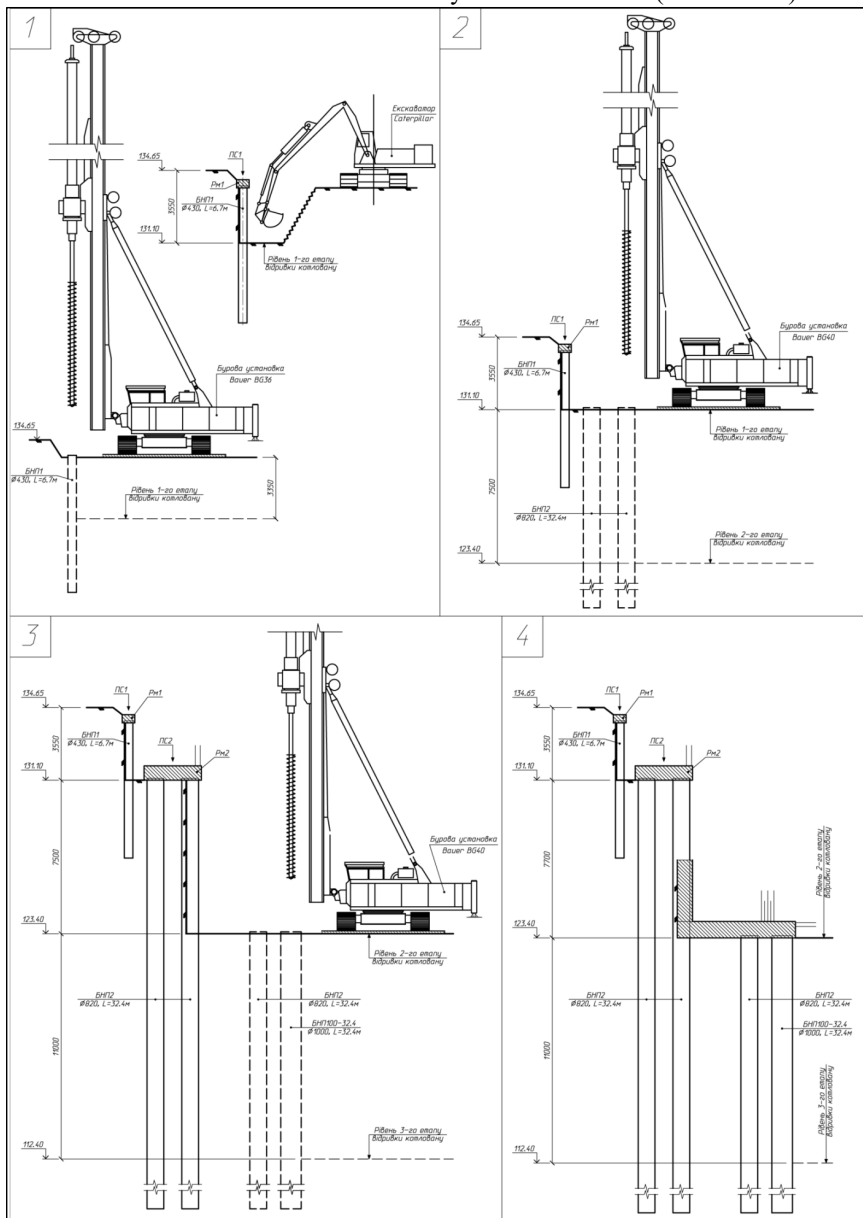
- розробка спеціальних заходів по забезпеченню стійкості основи фундаментів існуючих будинків на період розробки котловану (терасування схилу);
- перехоплення, відведення та зниження за необхідністю ґрунтових вод;
- технологія влаштування багатоярусного котловану;
- необхідність враховувати умови утворення робочих зон виконання робіт на майданчиках кожного ярусу;
- складність забезпечення спільної роботи елементів огороження котловану з внутрішніми елементами каркасу будівлі (особливо при кількох рівнях перекриттів підземних поверхів).

Першочерговими роботами було передбачено влаштування захисної підпірної стінки вздовж тротуару вулиці з буронабивних паль діаметром 430 мм, довжиною 6,7 м, об'єднаних обв'язувальним ростверком.

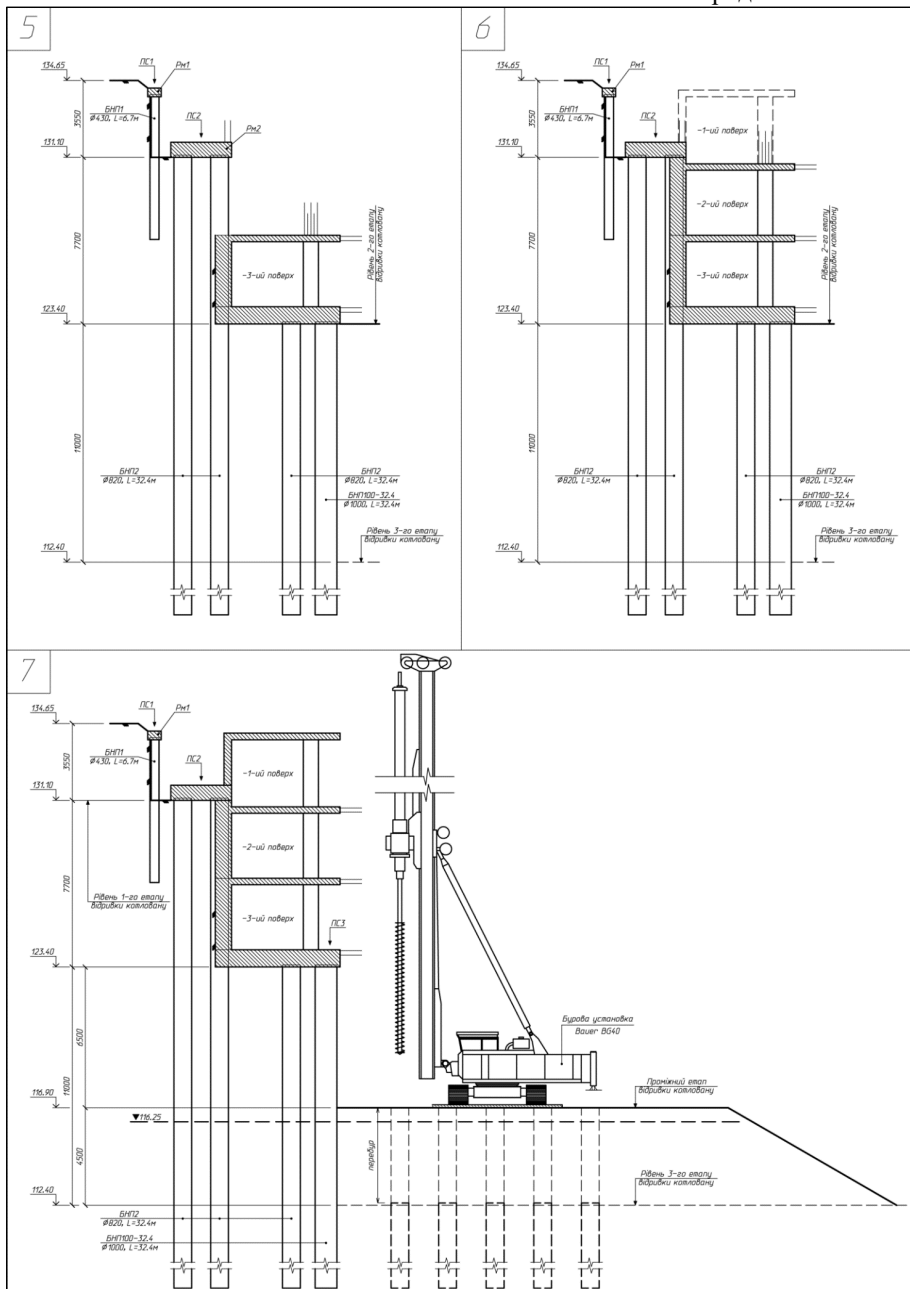
Згідно технологічної карти на виконання робіт, влаштування котловану виконується поетапно, починаючи з верхньої ступені до нижніх, з наступним влаштуванням буронабивних паль. Наочне відображення можна прослідкувати у таблиці (1 – 7 – технологічні етапи зведення).

Нижні яруси котловану влаштовуються під захистом дворядних підпірних стін з паль діаметром 820 мм та 1000 мм, з довжиною близько 33 м, об'єднаних обв'язувальним ростверком. Буріння свердловин виконується трьома буровими установками Bauer BG 40.

Технологічні етапи влаштування котлована (етапи – 1-7)



Продовження табл.



Продовження табл.

№ етапу	Структура процесів
1	Влаштування однорядної підпірної стінки ПС1 вздовж тротуару вулиці, з бурунабивних паль діаметром 430 мм, довжиною 6,7 м, об'єднаних обв'язувальним ростверком. Екскавація 1-го ярусу котловану.
2	Влаштування підпірної стіни ПС2, з двох рядів бурунабивних паль діаметром 820 мм, довжиною 32,4 м, об'єднаних обв'язувальним ростверком. Екскавація 2-го ярусу котлована.
3	Влаштування підпірної стіни ПС3, з бурунабивних паль діаметром 820 мм та діаметром 1000 мм, довжиною 32,4 м.
4	Влаштування плити ростверку підпірної стіни ПС3 та забірної стіни в межах висоти 3-го поверху.
5	Після технологічної перерви 28 діб з моменту бетонування плити ростверку підпірної стіни ПС3 та забірної стіни, влаштування монолітних конструкцій каркасу в межах 3-го поверху.
6	Влаштування забірної стіни та монолітних конструкцій каркасу в межах висоти 2-го поверху. По завершенню, бетонування монолітних конструкцій 1-го поверху.
7	Екскавація рівня проміжного ярусу котловану на 0,5 м вище РГВ. Влаштування фундаментів житлового будинку з бурунабивних паль з перебуrom до 2...3 м, з наступним виконанням водозниження та доробкою ґрунту до проектного рівня дна котловану. Влаштування плитного та пластового дренажу з наступним зведенням фундаментів та підземної частини висотного будинку.

При облаштуванні робочих зон виконання робіт на кожному ярусі котловану враховуються інженерно-геологічні умови ділянки, конструктивно-планувальні рішення паркінгу, технічні характеристики будівельних машин та обладнання (рис. 3). Контроль якості виконання земляних робіт на майданчику здійснюють послідовно в три етапи: вхідний, поопераційний і приймальний.

Інженерно-геологічні умови та висотне положення будівлі обумовлюють необхідність улаштування дренажної системи для зниження, перехоплення та відведення ґрунтових вод. Згідно конструктивних рішень фундаментів запроектовано пластовий піщано-щебеневий дренаж для знімання капілярного натягнення і виникнення куполу води під площею забудови. Шар піску і щебеню розділені фільтруючим матеріалом із геотекстилю ТУРАР SF-40.

Для відводу грантової води укладаються труби «Корсис Про» SN8 Ø250/Ø216 мм, тип LP. Щоб уникнути замочування ґрунтів та появи води і вологи в паркінгу, запроектовано вертикальний дренаж. Конструкція вертикального дренажу складається із перфорованої дренажної труби «Корсис Про» SN8

Ø400 мм, тип ТР (ДСТУ Б.В.2.5-32), в яку відсипається промитий гранітний щебінь фракції Ø5-40 мм. Простір між дренажною трубою та обсадною трубою ін'єктується річковим піском фракції Ø0,5-2,0 мм. Дренажну трубу Ø400 мм огорнути фільтруючою геотканиною ТУРАР SF-32.

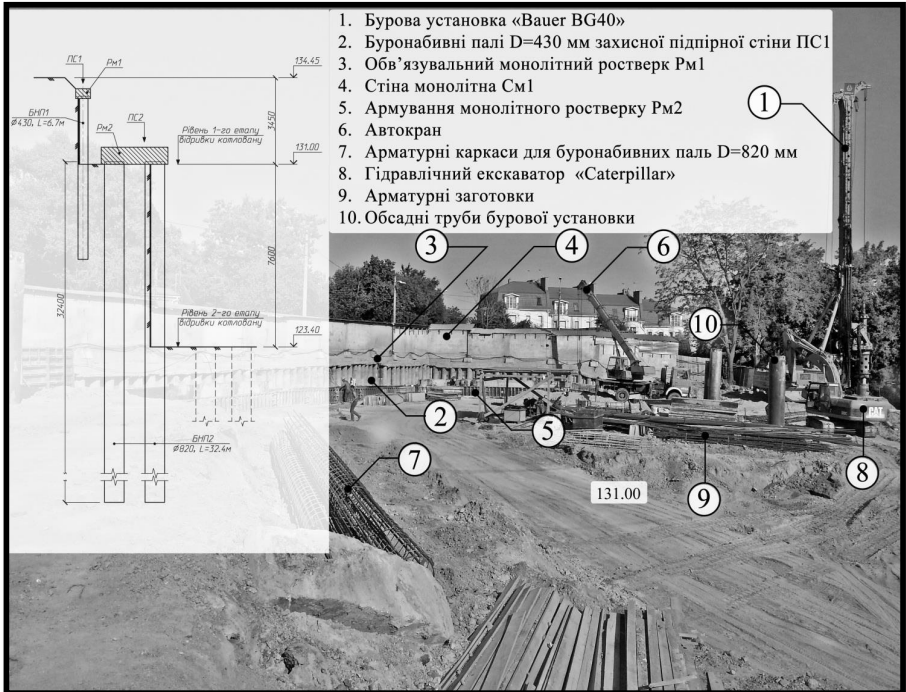


Рис. 3. Робоча зона виконання робіт на рівні першого етапу влаштування котловану

Розглянутий приклад підтверджує, що питання влаштування котловану в складних інженерно-геологічних умовах потребує комплексного підходу до розробки конструктивних та технологічних рішень. Зведення протизсувних споруд на забудованих територіях призводить до значних ускладнень умов виконання земляних робіт, обмежень у застосуванні типового обладнання та конструкцій, і потребує додаткових трудових і матеріальних витрат.

Список літератури:

1. Осипов О. Ф. Будівництво в умовах міської забудови. Досвід і перспективи [Текст] / О. Ф. Осипов, І. Т. Гладун // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2004. – Вип. 17. – С. 216-224.

2. *Осипов О. Ф.* Технологічні аспекти зведення конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками [Текст] / О. Ф. Осипов, Ф. Н. Акимов, І. Т. Гладун // Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. – Симферополь: КАПКС, 2008. – Вип. 22. – С. 70-75.
3. *Черненко В. К.* Загальні положення методики вибору раціональної технології зведення фундаментів з поруч розташованими будинками [Текст] / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, І. Т. Гладун // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2009. – Вип. 32. – С. 464-469.
4. *Осипов О. Ф.* Раціональні технологічні рішення з влаштування фундаментів та конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками [Текст] / О. Ф. Осипов, В. К. Черненко, І. Т. Гладун // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2009. – Вип. 34. – С. 356-364.
5. *Осипов О. Ф.* Дослідження стійкості поруч розташованих будинків до динамічних впливів та зміни напружено-деформованого стану основ і конструкцій [Текст] / О. Ф. Осипов, І. Т. Гладун // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збір. – К. : КНУБА, 2011. – Вип. 39. – С. 306-311.
6. ДБН В.1.2-12-2008. СНББ. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008
7. ВСН 2-80. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в существующей застройке г. Киева.

Аннотация

На примере строительства многоэтажного жилого комплекса с подземным паркингом в Печерском районе г. Киева, освещены конструктивные и технологические особенности устройства котлована в сложных инженерно-геологических условиях.

Ключевые слова: технология, котлован, сложные инженерно-геологические условия.

Annotation

In the example of construction of multistoried residential complex with underground parking in the Pechersky district. Kyiv, covers design and technological features of the device trench in difficult geological conditions.

Keywords: technology, foundation pit, complicated geotechnical conditions.