

УДК 624.15

О. Ф. Осипов,

докт. техн. наук, професор
ORCID: 0000-0002-5463-3976

Є. В. Літнарвич,
аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури

ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ БУРОНАБИВНИХ ПАЛЬ НА СКЛАДНОМУ РЕЛЬЄФІ

У статті на прикладі будівництва багатоповерхового житлового комплексу з 6-ти рівневим напівпідземним паркінгом в Печерському районі м. Києва, висвітлені конструктивні та технологічні особливості влаштування пальових фундаментів на природньому схилі, вказуються головні фактори, що впливають на вибір технології влаштування пальових фундаментів на схилах та визначаються закономірності між технологічними параметрами (при влаштуванні паль) та рівнем складності інженерно-геологічних умов ділянки зі схилом.

Ключові слова: *схил, буронабивні палі, пальовий фундамент, технологія, технологічні параметри, ефективність, техніко-економічна доцільність.*

Вступ. Нестача вільних майданчиків для будівництва в центральних районах м. Києва призводить до забудови територій із складними геоморфологічними, геологічними та гідрогеологічними умовами, що, відповідно, потребує складних інженерних та технологічних рішень для їх будівельного освоєння. Збільшується кількість будівельних об'єктів, розташованих на зсувонебезпечних територіях і, навіть, безпосередньо на похилому рельєфі природних та штучних схилів з активним розвитком зсувних явищ.

Аналіз досліджень і публікацій.

Різні аспекти технології спорудження фундаментів в складних інженерно-геологічних умовах, на складному рельєфі та в умовах щільної міської забудови, в тому числі при влаштуванні протизсувних споруд, висвітлені в роботах багатьох авторів [3 - 10] та регламентовані в нормативній літературі [1, 2, 11 - 12]. Але питання систематизації факторів впливу, оцінки взаємозв'язків між параметрами схилів і продуктивністю процесу влаштування буронабивних паль висвітлені недостатньо.

Постановка завдання.

Зведення будівель і споруд на природних та штучних схилах пов'язано з додатковими матеріальними витратами на здійснення конструктивних заходів інженерного захисту, спрямованих на підвищення міцності і жорсткості конструктивної системи чи на підвищення її піддатливості з метою пристосування до нерівномірних деформацій основи.

В таких умовах, при влаштуванні підпірних конструкцій, спираючись на технологічні рішення, які є найефективнішими та найбезпечнішими в кожному окремому випадку, та на наявність тієї чи іншої матеріально-технічної бази будівельних машин та механізмів – надзвичайно важливо прийняти такі конструктивні схеми і організаційно-технологічні моделі, які забезпечать необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність та економічну доцільність споруди в цілому, а також окремих її елементів на всіх стадіях зведення і експлуатації.

Актуальність вибору раціональних технологій зведення фундаментів на територіях зі схилами має також і техніко-економічну складову, бо передбачає необхідність дослідження та обґрунтування індивідуальних ефективних та придатних для цих умов методів, технологічних рішень та організаційно-технологічних моделей, заснованих на виявлених закономірностях між технологічними параметрами будівельних процесів (при влаштуванні паль) та рівнем складності інженерно-геологічних умов.

Основна частина.

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 схили та 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. Складні проблеми дефіциту вільних для забудови ділянок з нормальними умовами на сучасному етапі можуть бути вирішені за рахунок створення багаторівневих і багатофункціональних об'єктів з максимальним розвитком по вертикалі, з комплексним використанням існуючих схилів та підземного простору. На сьогодні, київські схили широко використовуються для розміщення підземних та напівпідземних паркінгів, об'єктів громадського та побутового призначення. У проектуванні 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.

Роботи зі зведення підземної або напівпідземної частини будівель на схилах по своєму характеру відрізняються від робіт по зведенню надземної частини будівлі, так як підземні та напівпідземні конструкції більшою мірою контактують з природним середовищем. На особливості робіт впливають рельєф місцевості, щільність навколишньої забудови, інженерно-геологічні і гідрогеологічні умови майданчика будівництва. Темпи зведення підземної або напівпідземної частини будівель відстають від темпів зведення їх надземної частини. Основними причинами цього є природні фактори, які поряд з ускладненням умов виконання робіт, ускладнюють можливості уніфікації і типізації конструктивних та технологічних рішень.

Мета досліджень полягає у підвищенні ефективності технології влаштування буронабивних паль на схилах, на основі розробки та обґрунтуванні раціональних методів, технологічних рішень та організаційно-технологічних моделей зведення фундаментів з урахуванням складності інженерно-геологічних умов майданчику будівництва.

На прикладі будівництва багатоповерхового житлового комплексу з 6-ти рівневим напівпідземним паркінгом в Печерському районі м. Києва, розглянуто основні організаційно-технологічні особливості влаштування протизсувної споруди, особливості виконання будівельних робіт та влаштування буронабивних паль на майданчику зі складним природним схилом.



Рис 1. Інженерна-підготовка територій для будівництва багатоповерхового житлового комплексу з напівпідземним паркінгом в Печерському районі м. Києва

За складністю інженерно-геологічних умов територія робіт відноситься до III (складної) категорії. Розкрита бурінням і випробувана товща ґрунтів за генетичними ознаками і фізико-механічними властивостями, представлена 14-ма інженерно-геологічними елементами в складі яких сучасні техногенні насипні ґрунти з поверхні та палеогенові відклади середнього еоцену (київський мергель) важкі пілуваті, тугопластичні з прошарками напівтвердих та напівтвердими з прошарками твердих, потужністю 1,2-12,4 м та 1,9-21,2 м відповідно в основі. Ґрунтові води зустрінуті на глибинах 0,4-19,6 м (абсолютні відмітки 104,98-116,88 м).

Майданчик будівництва розташований на верхів'ї та безпосередньо на схилі яру, який відкривається в долину р. Либідь, з абсолютними відмітками поверхні землі 105,58-134,91м. Загальний перепад позначок на ділянці будівництва складає 20...29 м, що обумовлювало високу складність проектування та виконання будівельних робіт. Проектом будівництва передбачено будівництво двох багатоповерхових житлових будинків, навколо яких запроєктована шестиповерхова стилізована частина.

Посадка елементів комплексу на рельєф передбачає врізання в існуючий схил з влаштуванням шести поверхів паркінгу, які є підземними по відношенню до поверхні верхів'я схилу та відкритими по фасаді з боку його підніжжя.

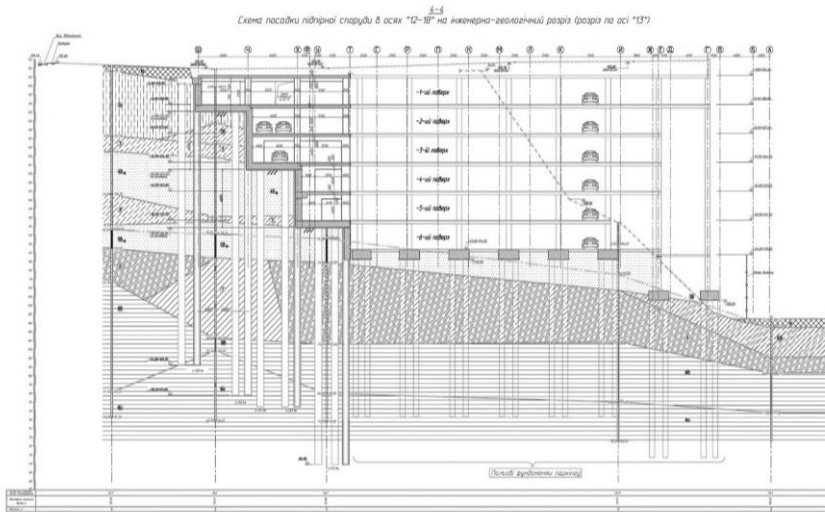


Рис 2. Схема посадки конструктивних елементів 6-ти рівневого напівпідземного паркінгу з врізанням в існуючий природний схил

Для забезпечення стійкості схилу при розробці проекту виконання робіт з організації будівельного майданчику житлового комплексу з 6-ти рівневим напівпідземним паркінгом було запропоновано влаштування терасованих підпірних стін, які дозволили б запобігти зсуву ґрунту, а також забезпечити інженерний захист оточуючої існуючої забудови. Попередні розрахунки показали, що в даних інженерно-геологічних умовах доцільно застосувати буронабивні палі із закладенням їх нижнього кінця в міцний шар глини. Для виключення негативного динамічного впливу на існуючу забудову були запропоновані спеціальні технологічні рішення з влаштування роздільного захисного екрану. Для підвищення ефективності та економічної доцільності підпірних стін, що утримують схил, вони проектувалися не тільки для тимчасового огородження котловану, а й у якості стін підземних поверхів паркінгу та для сприймання навантажень від його перекриттів.

Для виконання будівельно-монтажних робіт при влаштуванні підземної частини зазначеного житлового комплексу, виник ряд проблемних питань, серед яких основними були:

- створення утримуючої споруди для надійного сприймання підпору ґрунту висотою 21...23 м. При цьому необхідно було виключити негативний вплив на сусідні будинки, серед яких, крім малоповерхових, був і 10-ти поверховий житловий будинок, розташований на відстані 18 м від зони виїмки ґрунту;
- проведення перехоплюючих та водознижуючих заходів, для безпечного заглиблення дна котловану на 4...4,5 м нижче рівня ґрунтових вод;
- розробку раціональної організаційно-технологічної послідовності буронабивних паль, з врахуванням наявної поверхні крутого та обривистого схилу;
- необхідність враховувати умови утворення робочих зон виконання робіт на майданчиках кожного ярусу котловану;

– складність забезпечення спільної роботи елементів огороження котловану з внутрішніми елементами каркасу будівлі (особливо при кількох рівнях перекриттів підземних повертів).

Аналіз практичного досвіду проектування та виконання будівельних процесів при влаштуванні буронабивних паль та підземної частини зазначеного житлового комплексу дозволило встановити наступні головні фактори, що впливають на вибір технології влаштування пальових фундаментів на схилах:

- висота, крутизна та стійкість схилу;
- геологічні та гідрогеологічні умови будмайданчику;
- особливі технологічні параметри (діаметр та довжина паль; багатостадійність процесу; наявність організаційно-технологічних перерв на відкриття фронту робіт; стисненість робочої, транспортних, складських зон та площадок укрупнення; тощо);
- наявність існуючої забудови, прилеглих інженерних комунікацій, підземних виробіток та ін.;
- об'ємно-планувальні та конструктивні рішення спроектованого об'єкту;
- кліматичні умови (пора року; атмосферні опади; поверхневі води; тощо).

За головну дослідну "одиницю" для аналізу основних технологічних параметрів (трудомісткість, машиномісткість, тривалість та ін.) та виявлення закономірностей між технологічними параметрами (при влаштуванні паль) та рівнем складності інженерно-геологічних умов прийнято буронабивну палю.

Обробка результатів за отриманими даними по влаштуванню буронабивних паль на основному "об'єкті-представнику" виконувалися у вигляді річних та місячних графіків-гістограм.

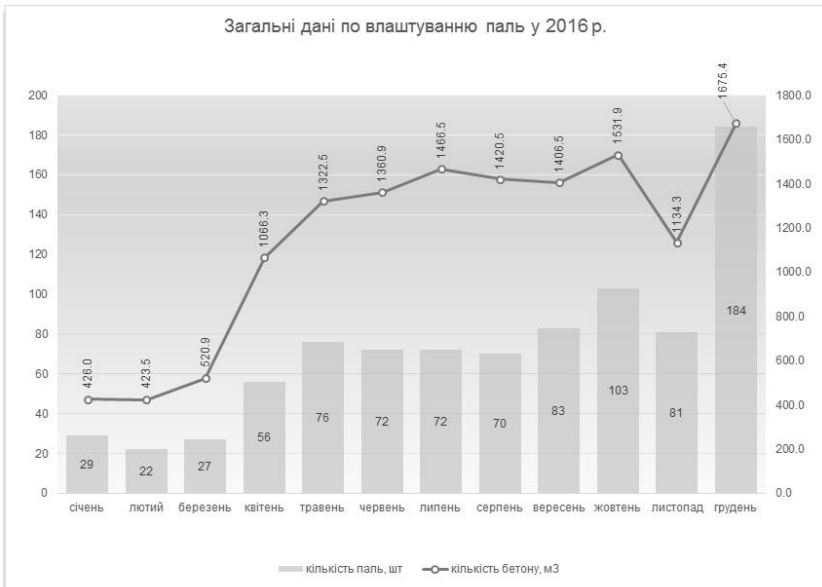


Рис 3. Визначення обсягів виконаних робіт по влаштуванню буронабивних паль на схилі для окремого етапу при будівництві житлового комплексу



Рис 4. Визначення та аналіз проектних та фактичних кількісних показників при влаштуванні буронабивних паль

Кожен розроблений при дослідженнях графік співставлявся з відповідним йому етапом влаштування буронабивних паль протизсувної споруди. На графіках чітко простежуються зміни в об'ємах та темпах виконання робіт (трудомісткість, тривалість, коефіцієнт перевитрат бетону та ін.), котрі пов'язані із зустрітими ускладнюючими факторами на ділянці будівництва та зміні кількості обладнання для влаштування паль залежно від конкретних умов організованої робочої зони.

Розглядалися наступні роботи по влаштуванню буронабивних паль на схилі, а також наступна їх послідовність:

- підготовчі роботи по будівельному майданчику (утворення робочих зон виконання робіт для буріння паль на майданчиках кожного ярусу котловану при влаштуванні терасованої підпірної стіни на схилі);
- транспортування і складування виробів і матеріалів (доставка і розвантаження секцій інвентарних обсадних труб, доставка і розвантаження елементів арматурних каркасів та ін.)
- підготовка секцій інвентарних обсадних труб (очищення внутрішніх поверхонь обсадних труб від налиплиго ґрунту і бетону);
- буріння свердловин для паль із зануренням секцій обсадної труби (інструментальна перевірка позначки і положення осі буронабивної палі, буріння лідерної свердловини розрахункового діаметра глибиною, рівній довжині секції інвентарної обсадної труби, занурення секцій інвентарних обсадних труб, перевірка відмітки забою палі);
- установка арматурного каркаса (очищення арматурного каркасу від бруду та іржі, опускання першої секції арматурного каркасу в обсадну трубу з встановленням обмежувачів, зварювання двох секцій арматурного каркасу, опускання в пробурену свердловину всього арматурного каркасу);
- установка бетонолітної труби з прийомним бункером для подачі бетону;
- бетонування паль (доставка бетонної суміші на будмайданчик, подача бетонної суміші у тіло палі);
- зняття бетонолітної труби;

- витягання інвентарних секцій обсадної труби, включаючи роз'єднання інвентарних секцій та їх складування;
- ущільнення бетонної суміші у верхній частині палі;
- формування оголовку палі та догляд за ним.

Висновки. Перспективи та практичне значення досліджень полягає у тому, що організаційно-технологічні моделі та технологічні рішення влаштування пальових фундаментів на схилах, виявлених на закономірностях між технологічними параметрами будівельних процесів (при влаштуванні палі) та рівнем складності інженерно-геологічних умов схилів, вдасться звести у групи методів, котрі дозволять вибирати придатні та найефективніші з можливих варіантів раціональних рішень влаштування пальових фундаментів на схилах.

Список літератури:

1. ДБН В.2.1-10-2009. Зміна № 1. Основи та фундаменти споруд. – К.: Мінрегіонбуд України.– 2011.
2. ДБН В.1.1-3-97. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення. – К. Держбуд України, 1998.
3. Мангушев, Р.А. Современные свайные технологии: учебн. пособие / Р.А. Мангушев, А.В. Ершов, А.И. Осокин. – М.: АСВ, 2010. – 240 с.
4. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник проектировщика / Под ред. Е.А. Сорочана, Ю.Г. Трофименкова – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
5. Руководство по проектированию и устройству фундаментов из буронабивных свай и опор-колонн. – К.: НИИСП Госстроя УССР, 1991. – 156 с.
6. *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 (аналіз, узагальнення, формування концепції та перспектив розвитку).
7. *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 (концепція та методика дослідження, узагальнення результатів).
8. *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 (формування схеми методики, узагальнення результатів).
9. *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 (формування загального підходу до обґрунтування рішень).
10. *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 (методологія та методики дослідження, формування ознак і категорій).
11. ДБН В.1.2-12-2008. СНББ. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008

12. ВСН 2-80. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в существующей застройке г. Киева.

А. Ф. Осипов, Литнарлович Е. В.

Технология устройства буронабивных свай на сложном рельефе

В статье на примере строительства многоэтажного жилищного комплекса с 6-ти уровневым полуподземным паркингом в Печерском районе г. Киева, освещены конструктивные и технологические особенности устройства свайных фундаментов на естественном склоне, указываются главные факторы, влияющие на выбор технологии устройства свайных фундаментов на склонах и определяются закономерности между технологическими параметрами (при устройстве свай) и уровнем сложности инженерно-геологических условий участка со склоном.

Ключевые слова: *склон, буронабивные сваи, свайный фундамент, технология, технологические параметры, эффективность, технико-экономическая целесообразность*

A. Osipov, E. Litnarovych

Technology of drilling bored piles on the difficult terrain

In the article on the example of the construction of a multi-storey residential complex with underground parking in the Pechersk district of Kiev, highlighted the design and technological features of the device pile foundations on the natural slope, indicates the main factors influencing the choice of technology device pile foundations on the slopes and determined the laws between the technological parameters (at the device piles) and the level of complexity of the geotechnical conditions of the site with the slope.

Keywords: *slope, bored piles, pile foundation, technology, technological parameters, efficiency, technical and economic feasibility*

УДК 628.34

О.В. Зоря,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-4878-5164

О.В. Терновцев,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0003-1761-2444

Київського національного університету будівництва і архітектури

Д.І. Зоря,

інженер

ТОВ «Будівельник»

**РЕСУРСОЩАДНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ ПРОМИСЛОВИХ
СТІЧНИХ ВОД ВІД НІКЕЛЮ**

Запропоновано технологію очистки стічних вод, що містять нікель, з використанням відпрацьованих промислових розчинів – залізовміщуючих розчинів, з яких отримано феромагнітні реагенти. Досліджено різні склади реагентів і вибрано найбільш оптимальний реагент, до складу якого входить магнетит і силікат натрію.

Ключові слова: *стічні води, гальванічне виробництво, реагентна очистка, правильні розчини, нікель, феромагнітні реагенти.*