

## ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ З БУРОНАБИВНИХ ПАЛЬ У СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

© Петренко Ю.В., 2012

Викладено актуальні проблеми зі спорудження будівель у складних інженерно-геологічних умовах. Істотне збільшення вартості землі в українських містах змушує інвесторів та будівельні компанії звертати увагу на земельні ділянки, які до цього часу вважалися непридатними для будівництва внаслідок складних інженерно-геологічних умов. Сучасні умови будівництва дають змогу використовувати нові передові методи і технології, які забезпечують спорудження будівель на раніше недоступних ділянках: в ярах, на болотах, крутих схилах тощо.

*Ключові слова: паля, буріння, арматурний каркас, ґрунтова волога, ін'єкція, цементно-піщаний розчин, вдавлення, анкетування.*

In the articles expounded issues of the day are on building of buildings in difficult engineer geological terms. The substantial increase of cost of earth in the Ukrainian cities compels investors and build campaigns to pay a regard to lot lands which to this time was considered useless for building as a result of difficult engineer geological terms. The modern terms of building allow to utilize new front-rank methods and technologies which provide building of buildings on beforeinaccessible areas: in ravines, on bogs, steep slopes, etc.

*Keywords: a pile, drilling, reinforcing frame, soil moisture, injection, cement sand mortar, pressing, anchoring.*

### Постановка проблеми

На сьогодні будівництво в Україні є однією з найпотужніших галузей промисловості, що розвивається прискореними темпами. Підвищення цін на будівельні матеріали, збільшення вартості земельних ділянок під забудову призводить до зростання вартості будівництва. Водночас інвестори та будівельні компанії зацікавлені в спорудженні об'єктів у місцях найсприятливіших для подальшої експлуатації. Це призводить до використання під забудову ділянок, які колись вважалися неперспективними через складність рельєфу, щільність прилеглої забудови, слабкі ґрунти, чи високий рівень ґрунтових вод.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Останнім часом використання таких ділянок стає все актуальнішим. Водночас будівництво в таких місцях пов'язане з ризиком деформацій чи тріщиноутворення в існуючих будівлях, ризиком підтоплення чи руйнування стінок котлованів. Наприклад, спорудження багатоповерхових житлових будинків на вільних від забудови ділянках у центральній частині міста зі щільною прилеглою забудовою може призвести і почасти призводить до появи наскрізних тріщин у прилеглих житлових будинках, нерівномірних осаджень наявних фундаментів, і, як наслідок, до численних скарг мешканців щодо призупинення будівництва та до судових позовів.

Будівництво в таких місцях велося раніше, ведеться і сьогодні. У проектах, як правило, передбачено підсилення фундаментів традиційними методами, за допомогою влаштування підбетонки для збільшення ширини подошви фундаменту, влаштування суцільних бетонних плит по периметру капітальних стін, щоб

звести до мінімуму навантаження на ґрунти основи, що, з одного боку, призводить до зменшення поверховості, а, з іншого, – не дає можливості використання земельної ділянки з максимальною ефективністю, наприклад спорудження висотної будівлі. Крім того, влаштування підвальної частини новобудови за наявності прилеглих фундаментів дрібного закладання є проблематичним з погляду наведених вище ризиків. У сучасних умовах у будівництві є можливість використовувати нові передові методи і технології, які забезпечують спорудження будівель на раніше недоступних ділянках: в ярах, на болотах, крутих схилах, у системі щільної рядової забудови тощо.

### Формулювання цілі статті

У цій статті детально розкривається один з методів влаштування фундаментів з буронабивних паль за новітніми технологіями, подано принципову технологічну схему та заходи із забезпечення контролю за якістю виконання робіт.

### Виклад основного матеріалу

Влаштування такого типу фундаментів не лімітує навантаження на новобудову. Можливість влаштування буронабивних паль впритул до існуючих споруд забезпечує їх міцність і тріщиностійкість як існуючих будівель, так і нестійких схилів. Здатність паль сприймати горизонтальні навантаження дає можливість використовувати їх як несучі елементи підпірних стін котлованів (рис. 1).



*Рис. 1. Зовнішній вигляд підірної стіни, виготовленої по двох рядах буронабивних паль на вул. Бойківській у м. Львові*

Для забезпечення високої якості виконання робіт, влаштування фундаментів з буронабивних паль можна розбити на такі етапи:

### **1. Підготовчі операції**

1.1. На території будівельного майданчика потрібно виконати вертикальне планування і внутрішні під'їзні шляхи, необхідні для безперешкодного пересування самохідної бурової та будівельної техніки (виконує замовник).

1.2. У разі слабких несучих властивостей ґрунтів, що залягають поблизу денної поверхні, в разі влаштування котловану потрібно підготувати підоснову котловану через укладання з пошаровим трамбуванням щебеню або цегляного бою по геотекстильному полотну типу «Дорніт», «Тайпар» (виконує замовник) і пандус з ухилом 5–7° для з'їзду бурової установки в котлован.

1.3. На будівельному майданчику потрібно винести осі будівлі, що будується, для подальшої геодезичної розбивки палевого поля (виконує замовник).

1.4. Установка і під'єднання допоміжних агрегатів для буріння і бетонування паль передбачає: монтаж бурової установки з вежею; під'єднання силових агрегатів; налаштування ділянки електро-газозварювальних робіт, перевірку працездатності комплексу механізмів.

### **2. Підготовка обсадної бурової труби (бетоновою)**

2.1. Сталеві товстостінні труби (товщина стінки 16–20 мм) постачають на склад будівельного майданчика ланками завдовжки до 12 м.

2.2. Труби зварюють до необхідної довжини палі в горизонтальному положенні на спеціальному стенді. На один кінець труби приварюється спеціальний конектор (з'єднувач) із зовнішнім діаметром, відповідним до діаметра палі, що приєднує до бурового наконечника через наявне штикове з'єднання.

Підготовлена бурова труба з привареним конектором підіймається лебідкою бурового агрегата і фіксується в двох точках: нижній кінець – в отворі бурового стола, верхній кінець – спеціальним обхватом до напямної.

### **3. Занурення палі**

3.1. Бурова установка переміщається на точку занурення палі і труба встановлюється вертикально в двох площинах за допомогою гідравлічної системи щогли бурової установки.

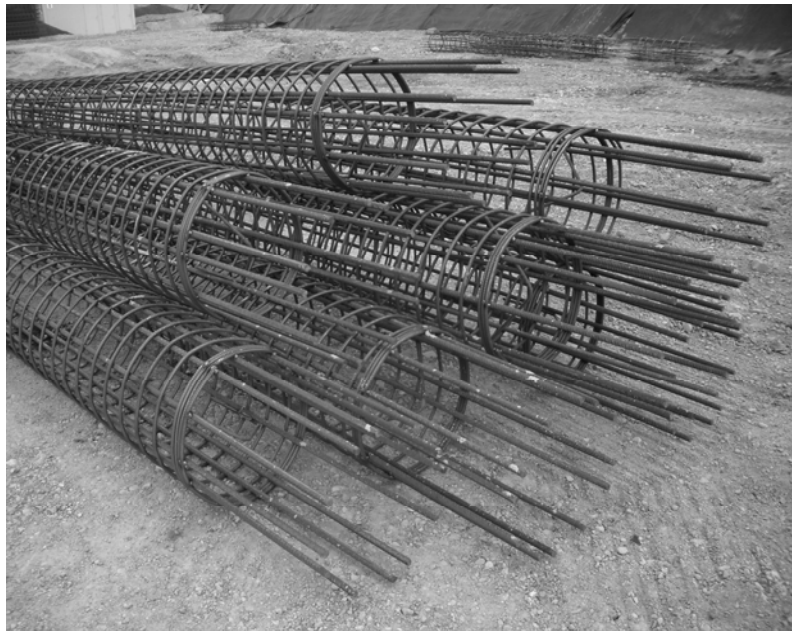
3.2. П'ятою майбутньої палі слугує чавунний гвинтовий наконечник проектного діаметра, який виставляють робітники в заданій точці поверхні основи будівельного майданчика перед установкою труби, що залишається в ґрунті (після витягання обсадної бурової труби). Потім до наконечника за допомогою штикового з'єднання через гідроізолювальну м'яку прокладку прикріплюють нижній кінець обсадної бурової труби.

3.3. Забій для майбутньої палі створюється за допомогою обертально-вдавлюваного занурення системи «наконечник–бурова труба» до заданої позначки п'яти палі (з максимальним обертальним моментом  $M_{об. макс.} = 400 \text{ кНм}$  і постійним вдавлюваним зусиллям  $P_{const*} = 200 \text{ кН}$ ). Під час занурення системи в основу ґрунт розсувається в радіальному напрямку і одночасно ущільнюється. Так забезпечується тісніший контакт бетону з циліндричною ґрунтовою поверхнею забою. Усередині труби залишається вільний повітряний простір. Відсутність води в порожнині труби забезпечується герметичною прокладкою, що встановлюється в зоні з'єднання конектора і бурового наконечника.

3.4. Контролює глибину пробурених свердловин і показників тиску на манометрах гідравлічної системи силового модуля бурової установки буровий майстр. Глибину занурення палі фіксують у журналі виготовлення буро-набивних паль.

### **4. Армвання палі і бетонування**

4.1. Арматурний каркас палі виготовляється на будівельному майданчику електродуговим зварюванням згідно з проектом із стрижньової арматури класу АІІІ з фіксацією стрижнів у робочому положенні за допомогою спіралеподібної обмотки (рис. 2).



*Рис. 2. Зовнішній вигляд просторових арматурних каркасів*



*Рис. 3. Зовнішній вигляд свердловини, щойно заповненої бетоном*

4.2. Готовий арматурний каркас занурюється у внутрішню порожнину бурової труби на проектну позначку і фіксується на ній за допомогою лебідки з маневровою стрілою, що знаходиться на буровій установці.

4.3. Бетонну суміш з параметрами, відповідними до проекту, доставляють із заводу-виготовлювача на будівельний майданчик автобетонозмішувачем. Заповнення бурової труби, яка одночасно виконує функцію бетоноводу, бетонною сумішшю здійснюється через приймальну воронку за допомогою бункера із замковим механізмом, що підіймається лебідкою з маневровою стрілою.

4.4. Після первинного заповнення зануреної до проектної позначки бурової труби і приймальної воронки бетонною сумішшю, проводиться витягання труби з ґрунту основи за допомогою регульованого в межах  $\pm 180^\circ$  знакозмінного обертання, з одночасним додаванням витягального осьового зусилля.

4.5. У міру витягання бурової труби відбувається укладання бетонної суміші в тілі палі, з формуванням контактної зони паля-грунт. Додаткове подавання бетонної суміші в порожнину бурової труби проводять у необхідній кількості, у міру її витягання. Рівень бетонної суміші контролює робітник-копровник візуально.

### **5. Контроль за якістю палі**

5.1. Під час виготовлення палі і після цього контролюють такі параметри:

5.1.1. Вертикальність палі в двох площинах – за допомогою рівня.

5.1.2. Герметичність порожнини бурової труби – візуально.

5.1.3. Опір ґрунту під час занурення обсадної бурової труби – манометром на буровій установці (можна зробити висновки про передбачувану несучу здатність палі).

5.1.4. Якість бетонної суміші – відбором зразків бетонної суміші і подальшими лабораторними випробуваннями з визначенням міцності бетону.

5.1.5. Однорідність бетонного заповнення (каверни, тріщини) — неруйнівним методом звукового імпульсу Intrgrity Sonic Test (IFCO IT System).

5.1.6. Випробування контрольних палей статичним навантаженням для визначення фактичної несучої здатності палей.

5.2. Усі роботи з буріння, заповнення бетоном свердловин, відбору контрольних зразків бетону, та результати їх випробувань записують у відповідних журналах, складених спеціально для робіт з палями, що виготовляються на устаткуванні ІНС Fundex Equip (і бланках актів прихованих робіт).

5.3. Перевірку несучої здатності палей слід проводити після набору міцності бетону не менше 80 % від проектного класу і відпочинку палей після бетонування відповідно до ГОСТ 5686-94.

### **6. Виконавча документація**

6.1. Акти приймання прихованих робіт.

6.2. Журнал влаштування набивних палей

6.3. Геодезична виконавча схема.

6.4. Звіт про результати випробувань палей на несучу здатність статичним навантаженням.

6.5. Звіт про результати тестування палей на однорідність за матеріалом методом Integrity Sonic Test приладом неруйнівного контролю за якістю палей фірми Profound (Нідерланди).

6.6. Протоколи тестування міцності зразків бетонних кубів.

6.7. Паспорти на товарний бетон.

6.8. Паспорти на арматуру і акти приймання арматурних каркасів палей.

### **7. Заходи щодо геомоніторингу**

7.1. Під час проведення робіт силами спеціалізованої організації необхідно вести нагляд за динамікою осідань сусідніх будівель, що знаходяться в зоні можливого впливу бурових робіт (виконує замовник).

### **8. Додаткові заходи під час бетонування палей у зимовий час**

8.1. Необхідність проведення додаткових заходів щодо захисту від промерзання матеріалу палей (бетону), щоб забезпечити умови набору бетонною сумішшю необхідної конструкційної міцності до моменту заморожування, виникає в період від'ємних температур у зимовий час.

8.2. Як додаткові заходи щодо захисту бетону від промерзання використовують:

8.2.1. Ізотермія (підтримка постійної позитивної температури) бетону за рахунок природних теплових реакцій у процесі твердіння бетонної суміші.

8.2.2. Вживання протиморозних добавок у складі бетонної суміші, що забезпечують механізм твердіння за від'ємної температури.

8.3. Виконання перерахованих нижче умов, необхідних для позитивної ізотермії бетону, в поєднанні із застосуванням протиморозних добавок, дає змогу забезпечити необхідний набір міцності бетонною сумішшю до моменту заморожування:

8.3.1. Поставка для пристрою палей бетону з введенням протиморозних добавок (наприклад Лігнопан Б-4), що дають змогу забезпечити твердіння бетонної суміші за від'ємної температури до  $-5^{\circ}\text{C}$  із забезпеченням міцності на стиснення не менше 50 % до передбачуваного моменту заморожування.

8.3.2. Постачання на об'єкт бетонної суміші з початковою температурою в разі завантаження на бетонному заводі не менше плюс 50 °С.

8.3.3. Влаштування термоса в зоні оголовка палі відразу після завершення процесу бетонування палі за допомогою укриття оголовка мінераловатними плитами товщиною не менше 50 мм, з фіксацією їх в зоні оголовка з метою обмеження притоку холодного повітря під укладене мінераловатне покриття.

8.3.4. Як альтернативний допускається варіант установки на зону оголовка палі дерев'яного короба з дошки завтовшки 25 мм, квадратної форми розміром 0,5 х 0,5 м, заввишки не менше 0,25 м, з подальшим заповненням внутрішньої частини короба дерев'яною тирсою і укриттям короба поліетиленовою плівкою.

### **Висновок**

Дотримання наведених вище вимог дасть можливість якісного влаштування фундаментів з буронабивних паль, що, своєю чергою, забезпечить максимально ефективно використання ділянки під забудову зі складними інженерно-геологічними умовами і зведе до мінімуму ризик пошкодження прилеглих будівель під час будівельно-монтажних робіт.

*1. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с. 2. Руководство по выбору проектных решений фундаментов / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1984. – 207 с. 3. Руководство по проектированию свайных фундаментов / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1980. – 151 с. 4. Свайные фундаменты: СНиП 2.02.03-85. – М., 1985. 5. Улицкий В.М., Шашкин А.Г. Геотехническое сопровождение реконструкции городов (обследование, расчеты, ведение работ, мониторинг). – М.: Издательство АСВ, 1999. – 327 с.*