

ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД У СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

© Петренко Ю.В., 2008

Викладено актуальні проблеми спорудження будівель у складних інженерно-геологічних умовах. Істотне подорожчання землі в українських містах спонукає 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 для спорудження будівель на раніше не доступних ділянках: в ярах, на болотах, крутих схилах та ін.

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.

Постановка проблеми

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 призводять до зростання вартості будівництва. Водночас інвестори та будівельні компанії зацікавлені в спорудженні об'єктів в місцях, найсприятливіших для подальшої експлуатації споруд. 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

Сьогодні 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 багатопверхових житлових будинків на вільних від забудови ділянках в центральній частині міста зі щільною прилеглою забудовою може призвести і почасти призводить до появи наскрізних тріщин у прилеглих житлових будинках, нерівномірних осідань існуючих фундаментів, спричиняє численні скарги мешканців, призупинення будівництва та судові позови.

Будівництво в таких місцях велося раніше, ведеться і сьогодні. При цьому проектами, як правило, передбачається підсилення фундаментів традиційними методами, шляхом влаштування підбетонки для збільшення ширини підошви 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 використати земельну ділянку з максимальною ефективністю, наприклад, спорудити висотну будівлю. Крім того, влаштування підвальної частини новобудови за наявності прилеглих фундаментів мілкового 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 не доступних ділянках: в ярах, на болотах, крутих схилах, в системі щільної рядової забудови і т. ін.

Формулювання цілі статті

У статті детально розкривається один з методів влаштування фундаментів з буронабивних паль за новітньою технологією всесвітньо відомої швейцарської фірми “Marti”. Подається принципова технологічна схема та заходи щодо забезпечення контролю якості виконання робіт (рис. 1).



Рис. 1. Зовнішній вигляд установки типу “Kasagranda” для влаштування буронабивних паль

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. Здатність паль сприймати горизонтальні навантаження дає можливість використовувати їх як несучі елементи підпірних стін котлованів.

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 необхідно виконати вертикальне планування і визначити внутрішні під'їзні шляхи, необхідні для безперешкодного пересування самохідної бурової і будівельної техніки (виконується Замовником).

1.2. У разі слабких несучих властивостей ґрунтів, що залягають поблизу денної поверхні, при влаштуванні котловану необхідно підготувати підоснову котловану шляхом укладання з пошаровим трамбуванням щебеню або цегляного бою по геотекстильному полотну типа “Дорніт”, “Тайпар” (виконується Замовником) і пандус з ухилом 5–7° для з'їзду бурової установки в котлован.

1.3. На будівельному майданчику повинно бути здійснено винесення осей будівлі, що будується, для подальшої геодезичної розбивки палевого поля (виконується Замовником).

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

2. Підготовка обсадної бурової труби (бетоноводу)

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

2.2. Труби зварюються до необхідної довжини палі в горизонтальному положенні на спеціальному стенді. На один кінець труби приварюється спеціальний коннектор (з'єднувач) із зовнішнім діаметром, відповідним діаметру палі, що слугує для приєднання до бурового наконечника через наявне штикове з'єднання.

2.3. Підготовлена бурова труба з привареним коннектором підіймається лебідкою бурового агрегату і фіксується в двох точках: нижній кінець – в отворі бурового столу, верхній кінець – спеціальним обхватом до напрямної.

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 виставляється робітниками 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 кріпиться нижній кінець обсадної бурової труби.

3.3. Забій для майбутньої палі створюється шляхом обертально-вдавлювального занурення системи “наконечник–бурова труба” до заданої позначки п'яти палі (з максимальним обертальним моментом $M_{об. макс.} = 400$ кНм і постійним вдавливальним зусиллям $P_{const} = 200$ кН). У процесі занурення системи в основу ґрунт розсувається в радіальному напрямі і одночасно ущільнюється. Тим самим забезпечується тісніший контакт бетону з циліндричною ґрунтовою поверхнею забою. У середині труби залишається вільний повітряний простір. Відсутність води в порожнині труби забезпечується герметичною прокладкою, що встановлюється в зоні з'єднання коннектора і бурового наконечника.

3.4. Контроль глибини пробурених свердловин і показників тиску на манометрах гідравлічної системи силового модуля бурової установки здійснюється буровим майстром. Глибина занурення палі фіксується в журналі виготовлення буронабивних палей.

4. Армуння палі і бетонування

4.1. Арматурний каркас палі виготовляється на будівельному майданчику способом електродугової зварки, за проектом, із стрижньової арматури класу АІІ з фіксацією стрижнів в робочому положенні за допомогою спиралеподібної обмотки (рис. 2).



Рис. 2. Зовнішній вигляд просторових арматурних каркасів

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

4.3. Бетонна суміш з параметрами відповідно до проекту доставляється 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 замочним механізмом, що піднімається 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 шляхом регульованого в межах $\pm 180^\circ$ знакозмінного обертання з одночасним додаванням витягаючого осьового зусилля.

4.5. У міру витягання бурової труби відбувається укладання бетонної суміші в тілі палі з формуванням контактної зони паля–ґрунт. Додаткова подача бетонної суміші у порожнину бурової труби проводиться у необхідній кількості, у міру її витягання. Рівень бетонної суміші контролюється робочим-копровщиком візуально (рис. 3).



Рис. 3. Зовнішній вигляд свердловини, щойно заповненої бетоном

5. Контроль якості палі

5.1. Під час виготовлення палі і після нього контролюються 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 (наявність каверн, тріщин) — неруйнівним методом звукового імпульсу Integrity Sonic Test (IFCO IT System).

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

5.2. Всі 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 проводять 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 паль на несучу здатність статичним навантаженням.
- 6.5. Звіт про результати тестування паль на однорідність за матеріалом методом Integrity Sonic Test приладом неруйнівного контролю якості паль фірми Pgofound (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 паль.
- 7. Заходи щодо геомониторингу
 - 7.1. У ході проведення робіт силами спеціалізованої організації необхідно вести нагляд за динамікою осідань сусідніх будівель, що знаходяться в зоні можливого впливу бурових робіт (виконується Замовником).
- 8. Додаткові заходи при бетонуванні паль у зимовий час:
 - 8.1. Необхідність проведення додаткових заходів щодо захисту від промерзання матеріалу палі (бетону) з метою забезпечення умов набору бетонною сумішшю необхідної конструкційної міцності до моменту заморожування, виникає в період від'ємних температур в зимовий час.
 - 8.2. Як додаткові заходи щодо захисту бетону від промерзання використовуються:
 - 8.2.1. Ізотермія (підтримка постійної позитивної температури) бетону за рахунок природних теплових реакцій в процесі твердіння бетонної суміші.
 - 8.2.2. Вживання протиморозних добавок у складі бетонної суміші, що забезпечують механізм твердіння при від'ємній температурі.
 - 8.3. Виконання перерахованих нижче умов, необхідних для позитивної ізотермії бетону, в поєднанні із застосуванням протиморозних добавок, забезпечує необхідний набір міцності бетонною сумішшю до моменту заморожування:
 - 8.3.1. Поставка для пристрою паль бетону з введенням протиморозних добавок (наприклад, Лігнопан Б-4), що дають змогу забезпечити твердіння бетонної суміші при від'ємній температурі до мінус 5⁰С із забезпеченням міцності на стиснення не менше 50% до передбачуваного моменту заморожування.
 - 8.3.2. Постачання на об'єкт бетонної суміші з початковою температурою при завантаженні на бетонному заводі не менше плюс 50⁰С .
 - 8.3.3. Влаштування "термоса" в зоні оголовка палі відразу після завершення процесу бетонування палі за допомогою укриття оголовка мінераловатними плитами завтовшки 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 0,5×0,5 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 в процесі ведення 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.