

УДК 624.131

Щербина Л.В.<sup>1</sup>, Щемелєв А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. БАД-118сп НУ «Запорізька політехніка»

## **СУЧАСНІ МЕТОДИ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ В ОБМЕЖЕНИХ УМОВАХ**

У фундаментобудуванні існує маса традиційних способів посилення фундаментів, які полягають у збільшенні площі опирання існуючих фундаментів, зниженні тиску від будівель і споруд на ґрунт і зменшенні просадки. До цих методів належать улаштування розширюючих обойм, підводка монолітних залізобетонних плит різних конструкцій під всією або частковою площею будівлі. Однак, незважаючи на широке застосування цих методів, їм характерні такі недоліки, як неможливість їх застосування в обмежених умовах, якісне включення в роботу попередньо обтиснутого ґрунту під розширювальними елементами, великий обсяг земляних робіт при відкопуванні підсилювальних фундаментів і сезонні обмеження.

Одним з головних чинників, що визначають розвиток великих міст, є необхідність ущільнення забудови. Внаслідок цього виникає потреба в створенні нових методів зведення фундаментів споруджуваних будинків і споруд в умовах сформованої забудови і збереження фундаментів вже

існуючих будівель. Фундаменти, як правило, розраховуються на навантаження від власної ваги вище лежачих будівельних конструкцій та обладнання. Будівництво нових будівель і споруд в умовах обмеженого простору може викликати додатковий небажаний вплив на фундаменти існуючих будівель. Перевищення допустимого навантаження може привести до просідання фундаментів. В цьому випадку необхідно здійснювати заходи щодо підвищення несучої здатності фундаментів і зміцнення ґрунтів, на які вони спираються.

Буроін'єкційні палі застосовують при будівництві нових будівель і споруд в сформованій забудові, а також для посилення фундаментів існуючих будівель. Їх використання дає можливість проводити роботи без розробки котлованів, порушення структури ґрунту в основі і оголення фундаментів. Суть методу підсилення фундаментів буроін'єкційними палями полягає в улаштуванні під будівлею підпірок – жорстких коренів в ґрунті, які переносять велику частину навантаження від фундаменту на більш щільні шари ґрунту.

Буроін'єкційні палі діляться на вертикальні і похилі. Свердловини для паль бурять за допомогою установок обертального буріння, які дозволяють влаштовувати свердловини через розташовані вище стіни і фундаменти. Діаметр паль зазвичай становить 100-250 мм. Для забезпечення стійкості стінок свердловин при бурінні використовують обсадні труби, воду, глинисту суспензію і стиснене повітря. Після завершення буріння розроблений ґрунт видаляють зі свердловини стисненим повітрям або промиванням. Свердловину заповнюють глинистим розчином до проектної глибини, опускаючи секціями арматурний каркас. Довжина секцій зазвичай не перевищує 3 м і обмежується висотою приміщення, в якому проводяться роботи. Секції арматурного каркаса з'єднують між собою зварюванням. Після установки каркаса або паралельно з його установкою в свердловину опускають ін'єкційну трубу діаметром 25-50 мм, через яку нагнітають цементно-піщаний розчин, обжимаючи стінки свердловини.

Буроін'єкційні палі мають високий опір тертю уздовж бічної поверхні через часткову цементації ґрунту, що знаходиться в контакті із палею. Завдяки можливості проходження крізь існуючі конструкції, буроін'єкційні палі пов'язані зі спорудженням, тому не потребують додаткове з'єднання з існуючими фундаментами.

До недоліків даного методу підсилення фундаментів відносяться низька антикорозійна стійкість, складність оцінки якості виконання стовбура палі, ненадійність закріплення голови палі в разі старого фундаменту, який в подальшому працює як ростверк.

Одним із сучасних методів зміцнення ґрунтів під фундаментами будівель, що будуються є струменева цементація ґрунтів. До цього методу відносяться технології «Стіна в ґрунті» і «Jet grouting», що забезпечують можливість влаштування фундаментів нових будівель і споруд в існуючій забудові.

Технологія «Стіна в ґрунті» зорієнтована на зведення висотних будівель і будівництво заглиблених споруд в безпосередній близькості від існуючих будівель і споруд. Дана технологія дає можливість поєднувати роботи по влаштуванню фундаментів і підвалів, що дозволяє виключити перекидання великих мас ґрунту. У вітчизняній практиці застосовують два типи стін, що зводяться способом «Стіна в ґрунті»: пальові – утворені з суцільного ряду буронабивних паль, і траншейні – утворені суцільною стіною з монолітного або збірного залізобетону.

При влаштуванні неглибоких котлованів використовують поодинокі, непересічні буронабивні палі. Суцільний ряд буронабивних паль застосовують, коли необхідно додатково забезпечити водонепроникність стін котловану. При значних глибинах котлованів для підвищення стійкості бортів можливо влаштування огорожі з двох або трьох рядів буронабивних паль. У найбільш відповідальних випадках застосовують комбінований варіант, коли основне навантаження сприймають буронабивні армовані палі, а ґрунтобетонні палі є огорожею, що забезпечує водонепроникність стін котловану.

Технологія зведення «стіни в ґрунті» траншейним способом полягає в тому, що стіни споруди зводять у вузьких і глибоких (до 60 м) траншеях, заповнених при виїмці ґрунту бентонітових розчином, який створює надлишковий гідростатичний тиск на вертикальні стінки траншеї, внаслідок чого вони залишаються рівними. Потім траншею заповнюють заглинізованим ґрунтом, ґрунтобетонним, монолітним бетоном або залізобетоном.

Використання технології «Стіна в ґрунті» замість традиційних методів виконання робіт сприяє зниженню кошторисної вартості будівництва. Даний метод дозволяє відмовитися від дорогих робіт з водовідведення, водопониження, заморожування і цементування ґрунтів. Дає можливість економити дефіцитні матеріали, металевий шпунт, знижує енергоємність будівництва, а в окремих випадках є єдино можливим способом зведення підземної споруди.

Технологія «Jet grouting» представляє собою використання кінетичної енергії струменя цементного розчину, спрямованої на руйнування і перемішування ґрунту в масиві без створення в ньому надлишкового тиску. На першому етапі спеціально обладнаною установкою буриться пробна

свердловина діаметром 73-90 мм. Буріння здійснюється до проектної глибини з попереднім промиванням водним розчином під тиском, не більше 50 атм. Зрошення подається на ріжучий інструмент. Потім насосом високого тиску подається водо-цементний розчин під тиском 450-500 атм. Цим високим тиском перекривається канал зрошення, і відкриваються 2 отвори, в яких встановлені сопла діаметром 0,8-3,0 мм. Повільно обертаючи (10-25 об. / хв) і, повільно піднімаючи бурову колону, відбувається розрізання і перемішування ґрунту високою кінетичної енергією струменя, яка викидається з сопла.

Технологія «Jet grouting» підрозділяється на три типи, в залежності від використання бурового інструменту:

Однокомпонентна технологія Jet-1 для руйнування і перемішування ґрунту використовує один струмінь. При даній технології досягається максимально можлива міцність ґрунтобетонних. У ній застосовуються 2 компонента: вода і цемент. Діаметр ґрунтоцементної палі (ГЦС) 0,6...0,8м.

У двохкомпонентній технології Jet-2 для руйнування і перемішування ґрунту необхідний буровий інструмент, який має два незалежні канали для подачі по одному з них водоцементного розчину, аналогічно як в Jet-1, а по другому – повітряного струменя під тиском 0,6...1,2 МПа. В результаті відбувається складання двох кінетичних енергій: водоцементного розчину і повітряного струменя. Повітряний струмінь створює в ґрунті додаткову кавітацію, яка сприяє кращому перемішуванню розчину і зруйнованого ґрунту. Дана технологія дозволяє істотно збільшити діаметр споруджуваної ґрунтоцементної палі при меншій міцності ґрунтобетонних в порівнянні з Jet-1. Технологія використовується для закріплення великих масивів ґрунту. Діаметр ґрунтоцементної палі 0,8...1,8 м.

При трикомпонентній технології Jet-3 необхідно мати буровий інструмент з трьома незалежними каналами. У ґрунт подається крім вищевказаних струменів як в Jet-2 додатковий третій струмінь, що складається з води під тиском 200-300 атм. Також відбувається складання всіх трьох кінетичних енергій. Потужність паль може досягати від 1,2...2,5 метра в діаметрі.

Перевагами даної технології є:

- Можливість роботи в обмежених міських умовах. На ділянці зведення фундаментів розташовується тільки бурова установка, а весь вузол приготування цементного розчину розташовується в будь-якому місці, зручному для під'їзду цементовоза;

- Немає необхідності попередньої розробки котлованів, будівельного водопониження, попереднього підсилення фундаментів сусідніх будинків і перенесення інженерних комунікацій.

– Можливість роботи в слабких і водонасичених ґрунтах, в ґрунтах з великими твердими включеннями;

– Виробництво робіт в зимовий час (до  $-20^{\circ}$ ).

Таким чином, ми бачимо, що сучасні методи зведення фундаментів в скрутному становищі мають значні переваги в порівнянні з традиційними і можуть лежати в основі нових технологій будівництва і зміцнення фундаментів. Дані технології відповідають вимогам сучасних нормативних документів. Застосування цих методів дозволяє проводити роботи в обмежених міських умовах, що виключає ймовірність появи істотних просадок фундаменту, зменшує витрати і терміни зведення на влаштування фундаментів.