

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ФУНДАМЕНТІВ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Новицький О. П., докторант кафедри Будівельних конструкцій

Зоценко М. Л., професор кафедри Будівельних конструкцій

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Сучасна забудова міст через брак вільних територій в центрах міст все більше ущільнюється. Це призводить до того, що центри великих міст забудовуються висотними будівлями. Зважаючи, що навантаження на основу доволі значне, майже завжди неможливо використовувати фундаменти мілкового закладення, окрім плитних фундаментів, які в свою чергу є дуже коштовними.

Через таку тенденцію геотехнічні умови будівництва стають складнішими. Повинні бути враховані впливи нових фундаментів на існуючі будівлі, а також вплив існуючих будівель на стійкість відкритих котлованів під час будівництва нових будівель. Також щільна забудова обмежує можливості використання технологій влаштування фундаментів зі значним динамічним впливом.

Можливим рішенням є влаштування пальових фундаментів технологіями з виїмкою ґрунту. Єдиним раціональним рішенням є використання бурових та буронабивних паль.

В свою чергу здешевлення пальового фундаментобудування можливе при використанні ґрунтів, що залягають в основі будівлі. При дослідженні світового досвіду можна виділити методику насичення ґрунтів цементом, в результаті якого отримують матеріал доволі значної міцності – ґрунтоцемент. Завдяки використанню бурозмішувальної технології насичення ґрунтів цементом стає можливим влаштування вертикальних циліндричних ґрунтоцементних паль заданих довжини та діаметру.

Таким чином, використання ґрунтоцементних паль є найбільш раціональним та економічним методом зведення фундаментів в запропонованих умовах.

У наукових працях Зоценка М.Л. описано ефективність використання влаштування ґрунтоцементних паль та особливості використання бурозмішувальної технології.

В період 90-хх років ХХ століття на просторах пострадянських країн технологія цементації ґрунту бурозмішувальним способом майже не використовувалась. У той же час цей період припадає на найактивніший розвиток досліджень у США, Японії та Швеції.

Вперше введення цементу як добавки до ґрунту було виконано на початку ХХ століття. Лахтін Н.К. (1904-1905 рр.) та Олексіїв Д.Н. (1909 р.), які були першими, хто провів експерименти та відзначили позитивний вплив додавання цементного в'язучого до глинистих ґрунтів. З 1914 року ґрунтоцемент почали використовувати для укріплення основа дорожнього

полотна. Безрук В.М. провів фундаментальні дослідження по закріпленню ґрунтів різними типами в'язучих, у тому числі і цементом. Всі дослідження були направлені на використання закріпленого ґрунту як підстилаючої основи для доріг. Укріплення основ доріг було першим широко розповсюдженим способом застосування ґрунтоцементу.

В 1932 році Молчанов Т.А. вперше запропонував бурозмішувальний спосіб для перемішування водо-цементної суспензії з різними типами ґрунту.

В 1959 році Західносибірським філіалом Академії будівництва та архітектури СРСР була розпочата, а в 1962 році Сибірським зональним науково-дослідницьким та проектним інститутом експериментального проектування житлових будівель (СибЗНДіЕП) продовжена та завершена (під керівництвом доктора технічних наук Силенко А.В.) розробка технології механізованого влаштування ґрунтоцементних фундаментів для будівель різного призначення – бурозмішувальна технологія.

Суть розробленого бурозмішувального способу полягає в наступному: до штанги з пустотілої труби бурової установки прикріплюють спеціальний бурозмішувач, за допомогою якого у процесі буріння відбувається подрібнення та перемішування ґрунту з водоцементною суспензією чи іншими гідравлічними в'язучими. Розчин, приготований у змішувальних установках, потрапляє до проміжної ємності, а звідти під тиском до 0,5 МПа – через вертлюг та полу штангу до бурозмішувача. У процесі занурення бурозмішувача у ґрунт через отвори в його лопатях потрапляє водо-цементна суспензія. Рівномірний розподіл розчину досягається фіксованим зануренням бурозмішувача (2-20 мм на один оберт) та його дозованою подачею. Вперше ґрунтоцементні опори влаштовувались агрегатом АГС-7 (рис. 1) конструкції СибЗНДіЕП, який дозволяв виготовляти палі довжиною до 7 м, діаметром 0,5, 0,6, 0,7 м та довжиною до 3 м, діаметром 0,8 м та 0,9 м.

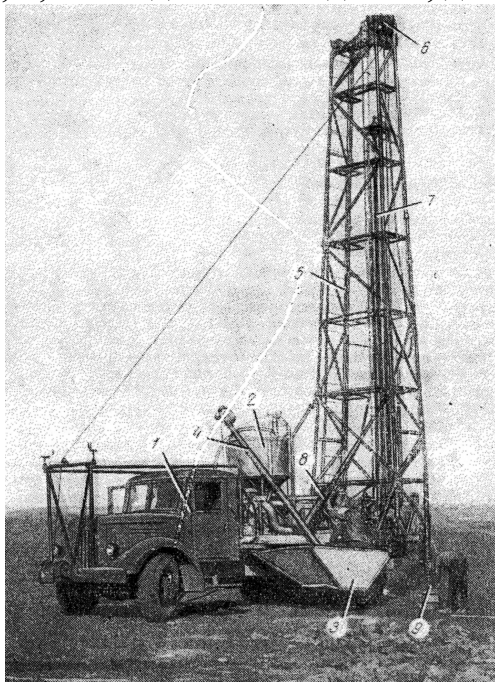


Рисунок 1 – Дослідний агрегат АГС-7 для влаштування ґрунтоцементних паль: 1 – автомобіль МАЗ-200; 2 – змішувач; 3 – бункер для цементу; 4 – гвинтовий транспортер; 5 – башта; 6 – блоки; 7 – бурова штанга; 8 – гідроциліндр; 9 - гвинтові домкрати

У 60-80-хх роках ґрунтоцементні фундаменти застосовувалися для будівництва будівель сільськогосподарського призначення у районах з розповсюдженими лесовими ґрунтами. Найбільшого розповсюдження подібні монолітні та збірні фундаменти отримали в Краснодарському краї.

У 1988 році був введений у дію, розроблений ВНИИОСПом ім. Н. М. Герсеванова держбуду СРСР, Ведомственные строительные нормы 40-88 «Проектирование и устройство фундаментов из цементогрунта для малоэтажных сельских зданий».

Довгий період ґрунтоцементні фундаменти використовувалися лише при будівництві будівель сільськогосподарського призначення, а наприкінці 80-хх років технологія майже не використовувалася.

В Україні відновлення влаштування ґрунтоцементних фундаментів відбулося на початку 2000-хх. І на сьогоднішній день в Україні 4 компанії виконують роботи по влаштуванню ґрунтоцементу: ТОВ НВП «РемБуд» (м. Дніпропетровськ), ТОВ «Фундаментбуд-3» (м. Полтава), ТОВ «Фундамент-інвестбуд» (м. Суми) та ТОВ «ЗВ «Гідроспецбуд» (м. Запоріжжя).

Основне обладнання, що використовується при бурозмішувальній технології це: спеціальне бурове обладнання, що встановлене на бурові установки МРК-750-А4 та БМ-811 (рис. 2 а), на базі автомобілів ЗІЛ та УРАЛ, установки на базі крану РДК-250 (рис. 2 б) з навісним обладнанням, що дозволяє виконувати буріння глибиною до 18 м та діаметром 750 мм, а також Bauer BG-25 зі спецобладнанням, буріння діаметрами 600 та 800 мм (рис. 2 в).



а

б

в

Рисунок 2 – Дослідний агрегат АГС-7 для влаштування
а – бурові машини МРК-750-А4 та БМ-811; б – бурове обладнання на базі РДК-250; в - Bauer BG-25 зі спецобладнанням

Для міського будівництва в умовах цільної забудови використання технології ґрунтоцементу бурозмішувальним способом має три основні рішення у фундаментобудуванні.

1. Підсилення слабких основ за рахунок армування вертикальними ґрунтоцементними елементами.

Під армування мається на увазі покращення фізико-механічних властивостей ґрунтового масиву, за рахунок вертикальних жорстких елементів, котрі конструктивно не поєднані з фундаментом. Необхідні характеристики основи отримуються варіюванням обсягу елементів. Так як технологія не передбачає виймання ґрунту, то цим забезпечується високі показники взаємодії елемента армування та зовнішнього ґрунту. Цим методом покращують основу під всією площею фундаменту будівлі. Навантаження передається рівномірно через розподільчий шар зі щебеню, або ущільненого піску.

В просадочних ґрунтах використання запропонованого методу зменшує просадочність основи.



Рисунок 3 - Підсилення основи вертикальними ґрунтоцементними елементами.

Головна перевага методу це низька ресурсоемність, яка досягається тим, що немає необхідності вивозити ґрунт при вибуруванні, із матеріалів, що необхідні для виробництва робіт є тільки цемент. Водно-цементна суспензія виготовляється безпосередньо на будівельному майданчику, що у свою чергу убезпечує від технологічних простоїв.

2. Ґрунтоцементні палі

За технологією влаштування ґрунтоцементні палі майже не відрізняються, окрім віброармування арматурними каркасами, чи вдавлювання металевих профілів.

За принципом роботи у ґрунтовому масиві вони є більш ефективними ніж буронабивні. Оскільки тертя по боковій поверхні є вищим, що забезпечується бурозмішувальною технологією без виїмки ґрунту. Навантаження передається по бічній поверхні та п'ятою палі

Тобто, якщо наявний несучий шар ґрунту, який є оптимальним у якості несучої основи, то влаштування ґрунтоцементних паль є ефективним методом без динамічного та вібраційного впливу.

Також ґрунтоцементні палі придатні для влаштування нижче рівня ґрунтових вод, що є ще однією перевагою у порівнянні з палями, що влаштовуються з виїмкою ґрунту.



Рисунок 4 – Армована ґрунтоцементна паля.

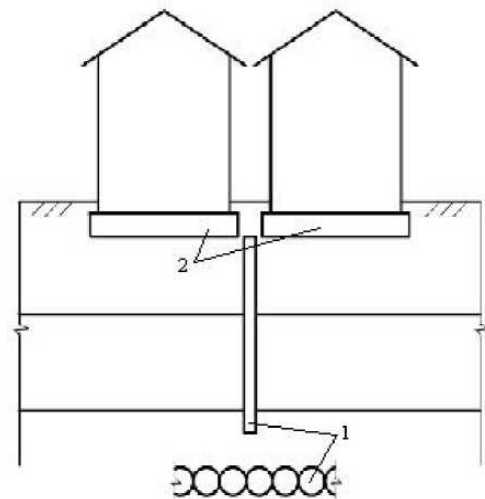
3. Захист котловану та захист від впливу новобудови

Захист бортів котловану від руйнування, потрапляння води, або виконання заглиблених поверхів будівель при будівництві в умовах міської забудови є актуальною проблемою. Бурозмішувальна технологія влаштування ґрунтоцементу дає можливість виконувати буросічні елементи, або палі. Що створює ґрунтоцементні стіни в ґрунті.

При влаштуванні глибоких котлованів з влаштуванням ґрунтоцементної стіни поблизу існуючих будівель також зменшується вплив на нову будівлю за рахунок того, що стіна виконує роль роздільного екрану. Подібні роздільні екрани також можуть бути влаштовані з денної поверхні ґрунту якщо необхідно унеможливити вплив деформацій основи при будівництві нової будівлі на вже існуючі.



а



б

Рисунок 5. а - котлован глибиною 5 м для влаштування підземних поверхів, б – схема ґрунтоцементної стіни в ґрунті для захисту від впливу новобудов (1- ґрунтоцементна стіна, 2-існуюча то нова будівлі)

Для визначених проблем забудови міських територій ефективним рішенням є використання бурозмішувальної технології влаштування ґрунтоцементних фундаментів. Три основні рішення застосування дають можливість вирішувати складні геотехнічні задачі міської забудови.

Література:

1. Слюсаренко Ю. С., Проблеми будівництва в ущільненій міській забудові. Будівельні конструкції. – Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 71, К.1 – К: НДІБК, 2008.– С. 15-22.
2. Зоценко, М.Л. Ґрунтоцементні основи та фундаменти / М.Л. Зоценко // Будівельні конструкції. – 2011. – № 75 кн. 1 – С. 447 – 457.

3. Зоценко М.Л. Особливості армування ґрунтів вертикальними ґрунтоцементним елементами / М.Л. Зоценко, С.Ф. Пічугін, Р.В. Петраш, О.О. Гудімов // Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). – Київ: НДІБК, 2007.–Вип.66.– С. 65-72.
4. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом: Монографія / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников, В.М. Зоценко. – Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. – 94 с. Іл.: 59, табл.: 36, бібліогр. 59 назв, додаток 1.
5. Ларцева І.І. Економічна ефективність використання ґрунтоцементних паль як фундаментів будівель і споруд / І.І. Ларцева, Р.В. Петраш, С.С. Петраш // Економіка і регіони. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – №1 (8). – С. 118–121.
6. Петраш О. В. Ґрунтоцементні палі, виготовлені за бурозмішувальною технологією: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – Полтава: ПНТУ, 2013. – 23 с.
7. Новицький О. П. Віброармовані ґрунтоцементні палі, виготовлені за бурозмішувальним методом: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – Полтава: ПНТУ, 2015. – 23 с.
8. Nesterenko T, Novytskyi O, Voskobiynuk S (2018), Vibrated Soilcement Piles, International Journal of Engineering & Technology, 7 (3.2), 269-274 <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.2.14418>
9. Novytskyi O, Nesterenko T (2018), Economic efficiency of vibroreinforced soil-cement piles implemented in construction, ACADEMIC JOURNAL Series Industrial Machine Building Civil Engineering 2(51):97-101 <https://doi.org/10.26906/znp.2018.51.1299>
10. Donald A. Bruce, Ph.D., C.Eng. An Introduction to the Deep Soil Mixing Methods as Used in Geotechnical Applications – U.S. Department of Commerce National Technical Information Service Springfield, Virginia 2000. – 143 с. – FHWA-RD-99-138
11. Massarsch, K. R. & Topolnicki, M. 2005. Regional Report: European Practice of Soil Mixing Technology. Proceedings, Intern. Conf. On Deep Mixing, Stockholm, 23 – 25 May, 2005. Vol. 1, pp. R1 – R28.
12. Donald A. Bruce, Ph.D., C.Eng. An Introduction to the Deep Soil Mixing Methods as Used in Geotechnical Applications – U.S. Department of Commerce National Technical Information Service Springfield, Virginia 2000. – 143 с. – FHWA-RD-99-138
13. Van Lysebetten G. Design of Deep Soil Mix Structures: considerations on the UCS characteristics value / G. Van Lysebetten, N. Huybrechts, F. De Cock, B. Lameire, J. Maertens, A. Vervoot // Proceedings of 18th International Conference on soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris, 2013, Vol.1, pp. 2465–2468.
14. Аскаланов В.В. / Технология цементогрунта // В.В. Аскаланов, А.Н. Токин, Е.С. Чаликова. – М.: Издательство Академии наук СССР, – 1957. – 157 с.
15. Аскаланов В.В., Токин А.Н. Здания и сооружения из цементогрунта / ЦБТИ НИИОМТП. – М.: – 1957. – 250 с.
16. Токин А.Н. Способ изготовления цементгрунтовых свай / А.Н. Токин, Я.Я. Мотузов, А.И. Ветштейн №3279827, 1981. – С. 29 – 33.