

ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЕКСПЛУАТОВАНИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методи підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів будівель при необхідності збільшення навантажень чи погіршенні фізико-механічних характеристик ґрунту основи. Виявлено переваги і недоліки відомих методів і запропоновано перспективний метод підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів, який забезпечить ефективність експлуатації.

Ключові слова: пальові фундаменти, ґрунт, основа, свердловина, ростверк, інвентарна паля, щілина.

Abstract

Methods of increasing the load-bearing capacity of operated pile foundations of buildings in case of increased loads or deterioration of the physical and mechanical characteristics of the foundation soil are considered. The advantages and disadvantages of known methods are identified and a promising method of increasing the load-bearing capacity of operated pile foundations is proposed, which will ensure the efficiency of operation.

Key words: pile foundations, soil, base, borehole, grid, inventory pile, gap.

Вступ

Підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів в цілому займає багато часу та грошей через різні обмеження, включаючи обмежений простір вище і під ростверками, і випадків такої роботи небагато в порівнянні з іншими проектами робіт в фундаментобудуванні. З іншого боку, враховуючи зростаючу потребу в перегляді заходів при реконструкції чи погіршенні фізико-механічних характеристик ґрунту основи постає необхідність ефективного використання існуючих технологій, розробка зручної та ефективної технології для модернізації основи експлуатованим пальовим фундаментам, яка буде відповідати майбутнім суспільним потребам. В даний час в умовах містобудування можна виділити кілька найбільш часто використовуваних способів підвищення несучої здатності основ експлуатованих пальових фундаментів будівель і споруд:

- способи, засновані на зміні параметрів ґрунту при хімічному впливі;
- способи, засновані на зміні параметрів ґрунту під час фізичних (механічних) впливів;
- способи, засновані на армуванні ґрунту.

Також важливе місце має перспектива розробки конструктивних та технологічних рішень по підвищенні несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів.

Результати дослідження

При детальному розгляді представлених методів можна виділити основні способи засновані на зміні параметрів ґрунту для підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів будівель і споруд (рис.1). Способи підсилення ґрунтів, засновані на зміні їх параметрів при хімічному впливі, або хімічні способи підсилення, полягають в штучному перетворенні ґрунтів шляхом хімічної обробки різними реагентами. Результатом взаємодії реагентів і армованого ґрунту є маса з більш високими структурно-механічними властивостями (в порівнянні з ґрунтом до підсилення). В результаті впливу хімічних речовин ґрунт набуває високу щільність і міцність. Вибір способу підсилення залежить від різних завдань, що визначають відповідну сферу застосування армованого ґрунту (дорожнє будівництво, цивільне будівництво, гірнична справа, гідротехніка тощо). До найбільш поширених способів хімічного підсилення (або фіксації) відносять силікатизацію, бітумування, цементацию.

Підсилення здійснюється шляхом закачування хімічних розчинів в землю через спеціальні робочі органи, а також в деяких випадках шляхом впливу на масив електричного струму. Хімічні розчини

після ін'єкції з часом перетворюють ґрунт в камінь.

Перераховані вище способи підсилення основ, засновані на хімічній взаємодії з ґрунтом, мають істотні недоліки, такі як висока вартість вихідних реагентів і низька ефективність в водонасичених ґрунтах. Крім того, всі існуючі способи хімічного підсилення ґрунтів так чи інакше забруднюють навколишнє середовище.

Таким чином, в більшості випадків все більшого поширення набули методи підсилення, засновані на фізичній взаємодії з ґрунтом і арматурою.

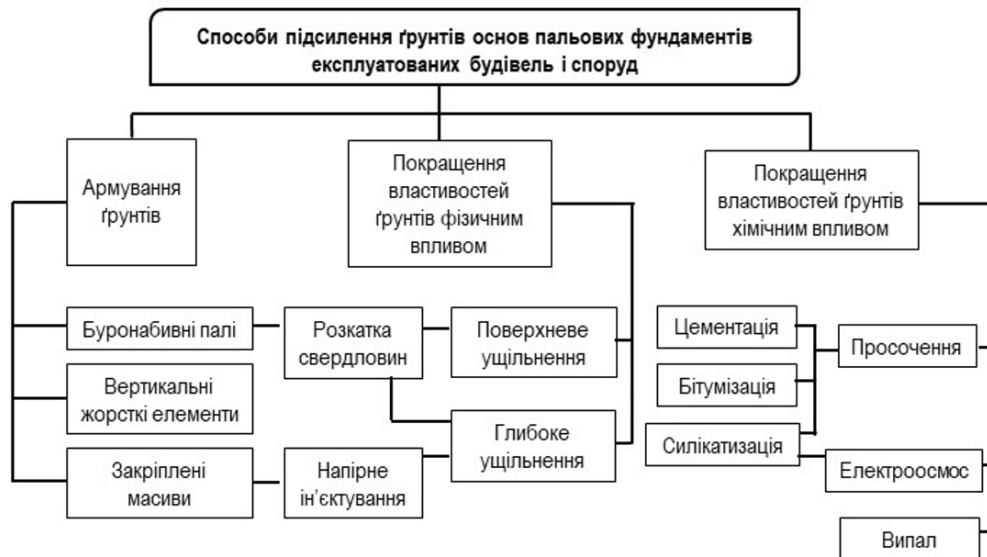


Рис.1 Способи підсилення основ пального фундаментів

Способи підсилення ґрунтів, засновані на зміні їх параметрів при фізичному (механічному) впливі, полягають у зменшенні пористості ґрунтів, тобто в їх ущільненні. Такі способи ущільнення ґрунту характеризуються принципом взаємодії між ґрунтоущільнюючими робочими органами машин і ґрунтом, що ущільнюється. Існує кілька основних способів механічного ущільнення ґрунтів: вальцювання, вібрація, трамбування і глибоке ущільнення.

З огляду на значні динамічні впливи, високий рівень шуму, а також в ряді випадків необхідність застосування вибухових речовин, ущільнення ґрунту перерахованими вище методами, незважаючи на більш високу екологічність, не набуває широкого поширення в міських районах

Способи підсилення ґрунту на основі армування дозволяють створювати ґрунтові масиви з підвищеними характеристиками міцності та деформації. Армуючі елементи мають більш високі параметри міцності і більш низькі параметри деформативності в порівнянні з навколишнім ґрунтом.

Облаштування армованого масиву може бути досягнуто як зануренням готових елементів підсилення, так і їх створенням в підсиленіх ґрунтах. Навантаження на ґрунтову масу, посилену таким методом, передається через буферний розподільний шар. Елементи підсилення, як правило, конструктивно не пов'язані з фундаментом споруди. Елементи підсилення змінюють умови деформації основи, взаємодіючи з ґрунтом.

Залежно від спільної роботи елементів підсилення і навколишніх ґрунтів, способу їх створення в основі, можна виділити кілька видів підсилення, що застосовуються в практиці цивільного будівництва в містобудуванні: задавлювальні (багатосекційні) палі; буронабивні палі; струменева технологія.

Відомий спосіб підсилення пального фундаментів ін'єктуванням полімерних композицій, що включає нагнітання крізь ін'єктори тверднучого матеріалу, через пакети ін'єкторних трубок які встановлюють навколо паль, кінці яких розташовані на різній заданій глибині, ін'єктування проводять у 2-4 місцях навколо палі на різну глибину або у 2-4 місцях навколо палі на різну глибину і під її нижній кінець, при цьому нагнітають попередньо нагрітий до 35-60 °С полімерний матеріал, що розширюється внаслідок хімічної реакції його компонентів, з часом розширення протягом 10-300 секунд, з потенційним збільшенням в об'ємі внаслідок розширення у 1,5-30 разів, повним затвердінням протягом 20-120 хвилин і створенням тиску до 10 МПа, компоненти згаданого полімерного матеріалу готують до ін'єктування у реакторній установці та змішують безпосередньо під час ін'єктування в ін'єк-

торному пістолеті, за допомогою якого матеріал ін'єктують на визначену глибину [1].

Недоліком відомого способу є те, що він може бути використаний лише для підсилення групи паль, на етапі зведення фундаментів, які розташовані на однаковій відстані навколо центру ін'єктування (їх можна вписати в уявне коло), а також те, що в палях виникають додаткові згинальні моменти, особливо у її нижній третині, яка може бути неармованою, що може призвести до появи тріщин та зменшення терміну експлуатації фундаменту.

Відомий спосіб і пристрій для збільшення зусилля, необхідного для переміщення палі в осьовому напрямку, при якому занурюють палі в ґрунт з наступним їх розсуненням і влаштуванням ростверку, причому розсунення паль здійснюють одночасно з утворенням котловану під ростверк шляхом взаємодії суміжних паль [2].

Недоліком такого способу є відсутність ущільнення ґрунту на протилежній силовій дії стороні палі, відсутня можливість використання способу для експлуатованих фундаментів.

Найбільш близькими є спосіб підсилення експлуатованого пальового фундаменту [3], який включає розкопку ґрунту навколо експлуатованого фундаменту, влаштування свердловин по контуру фундаменту, подачу бетону в свердловини, влаштування нового ростверку з'єднання його з ростверком експлуатованого фундаменту, зворотню засипку ґрунту.

Недоліком відомого способу є невисока несуча здатність бурових паль, що зменшує ефективність підвищення несучої здатності.

В основу досліджень поставлена задача створення способу підсилення пальового фундаменту, в якому за рахунок нових операцій та їх послідовності досягається підвищення опору ґрунту по боковій поверхні палі. Були виготовлені моделі і в лабораторії механіки ґрунтів, основ та фундаментів проведені дослідження з метою перевірки гіпотез авторів. На рис.2 показано зовнішній вигляд експлуатованого пальового фундаменту з встановленими елементами для підвищення несучої здатності.

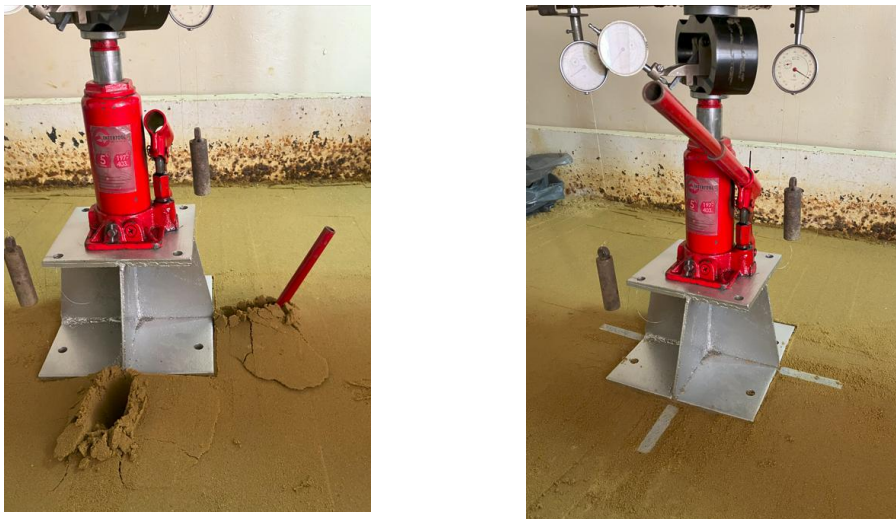


Рис. 2. Пальовий фундамент з встановленими елементами для підвищення несучої здатності

Цей спосіб призначений для підвищення несучої здатності пальового фундаменту шляхом збільшення кількості протидіючих навантаженню елементів у землі навколо ростверка пальового фундаменту та утворюючи після затвердіння бетону покращений корпус для обмеження паль і остаточного підвищення жорсткості. Це підсилювальний ефект можна якісно продемонструвати різними модельними експериментами. Ми розробили компонування затверділих поліпшувальних тіл, щоб задовольняти вимогам виконання та конструкції.

Модель армованої конструкції для методу була створена після підтвердження відтворюваності результатів експерименту на основі аналітичного моделювання. Спосіб підсилення експлуатованого пальового фундаменту полягає в наступному. Виконують розробку траншеї з зовнішнього боку ростверку, в проміжку між палями влаштовують свердловини, встановлюють в них інвентарні палі і повертають інвентарні палі розсовуючи верхні частини в напрямку від підшови ростверку з утворенням виробок у вигляді щілин трикутної форми, виймають інвентарні палі встановлюють арматуру і заповнюють щілини бетоном.

В результаті влаштування щілин, армуванням їх та заповнення бетоном формуються додаткові елементами посилення взаємодії паль з ґрунтом основи.

Підвищується несуча здатність пальового фундаменту за рахунок збільшення опору ґрунту та сил тертя ґрунту по боковій поверхні елементів підсилення у вигляді щілин трикутної форми.

Висновки

При використанні запропонованого способу підвищується несуча здатність експлуатованого пальового фундаменту за рахунок збільшення опору ґрунту та сил тертя ґрунту по боковій поверхні додаткових опорних елементів, а також підвищується ефективність та надійність використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Спосіб підсилення пальових фундаментів ін'єктуванням полімерних композицій: патент UA126323C2, м. кл. E02D 3/12, 27/12, опубл. 14.09.2022.
2. Спосіб і пристрій для збільшення зусилля, необхідного для переміщення палі в осьовому напрямку: патент US10309075B2, м. кл. E02D 27/16, опубл. 04.06.2019.
3. Спосіб підсилення експлуатованого пальового фундаменту: патент CN111456021A, м. кл. E02D 17/04, опубл. 28.07.2020.

Ребрій Віталій Миколайович – студент групи 1Б-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vitalik123404@gmail.com

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: popovih@vntu.edu.ua

Vitaly Rebrium – student of group B-23m, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : vitalik123404@gmail.com

Mykola Popovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: popovih@vntu.edu.ua