

## **ЕФЕКТИВНІ СПОСОБИ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Запропоновано дослідити способи влаштування фундаментів в ущільнених ґрунтах, які дозволять підвищити ефективність та надійність використання.*

**Ключові слова:** фундамент, основа, паля, ґрунт, ущільнення, свердловина, котлован.

### **Abstract**

*It is offered to investigate ways of the arrangement of the bases in the condensed soils which will allow to increase efficiency and reliability of use..*

**Keywords:** foundation, foundation, piles, soil, seals, well, pit.

### **Вступ**

Надійність будівель і споруд закладається під час проектування, підтримується під час експлуатації і залежить, в основному, від надійності основ та фундаментів. Природні основи в умовах природного залягання, в основному, володіють достатньою несучою здатністю, щоб витримати навантаження від будівлі або споруди, що зводиться. Природні основи не вимагають додаткових інженерних заходів по зміцненню ґрунту, їх влаштування полягає в розробці котловану на розрахункову глибину закладення фундаменту будівлі або споруди. Часто ґрунти природної основи не володіють необхідними характеристиками і потребують різних інженерних рішень. Це влаштування штучних основ, використання фундаментів в ущільнених ґрунтах і пальових фундаментів.

Метою роботи є аналіз відомих способів влаштування фундаментів та рекомендації щодо їх подальшого вдосконалення та впровадження.

### **Результати дослідження**

Вибір типу фундаменту для будівель та споруд залежить від інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, параметрів будівель, номенклатури виробів для даного регіону та наявності технологічного обладнання. При наявності в основі слабких ґрунтів, їх покращують штучним ущільненням чи введенням цементуючих добавок, або ж проходять їх, використовуючи палі, які будуть спиратися на більш міцні ґрунти. Останнім часом з успіхом розвивається новий напрямок – влаштування фундаментів в ущільненому ґрунті. Особливістю способу являється те, що в процесі влаштування фундаментів під подошвою і навколо їх бокових граней утворюється ущільнений ґрунт підвищеної міцності і несучої здатності.

Відомий спосіб влаштування фундаменту, що включає утворення котловану шляхом скидання штампу, що повторює по формі і габаритам тіло фундаменту, на поверхню ґрунту і вкладання бетону [1]. Недоліком такого способу є низька ефективність робіт через те, що формування котловану пов'язано з багаторазовим підніманням і скиданням штампу, що вимагає великих енерговитрат. Також при цьому виникають динамічні навантаження, що діють на ґрунтову основу, що несприятливо позначається на технічному стані розташованих поблизу будівель і споруд. Також, в ґрунтах з пониженою вологістю, проходить осипання ґрунту з укосу котловану в забій. Ґрунт, що осипався пухкий, діє як амортизатор і перешкоджає заглибленню штампу. В зволжених ґрунтах проходить заклинювання штампу, що затрудняє його виймання з виштампуваного котловану.

Відомий спосіб утворення пірамідальної палі [2], при якому вертикально занурюють в ґрунт забивкою до розрахункової глибини палю, розштують її горизонтально в різні сторони за оголовок

ствола над поверхнею ґрунту за допомогою, наприклад бульдозера, до утворення пірамідальної виїмки в ґрунті, витягують палю, а утворену виїмку заповнюють бетоном.

Недоліком відомого способу є динамічні навантаження при забивці палі, складність технології влаштування та обмеження використання.

Одним з шляхів підвищення ефективності набивних паль є влаштування їх з використанням збірних елементів, що розсуваються [3]. При влаштуванні таких паль в процесі розсунення елементів навколо стовбура палі створюється ущільнена зона, в межах якої підвищується міцність ґрунту і знижується його деформативність. Набивні палі, виготовлені в свердловинах з ущільненими стінками, мають несучу здатність вищу, ніж в свердловинах, утворених звичайними методами буріння з екскавацією ґрунту. Збільшення несучої здатності паль пояснюється поліпшенням будівельних властивостей ґрунту унаслідок ущільнення його в кільцевій зоні навколо свердловини та покращення роботи бокової поверхні палі з ґрунтом.

В вінницькому національному технічному університеті розроблено спосіб влаштування фундаментів [4], при якому в заздалегідь пробурену свердловину встановлюють стовбур палі з вертикальних елементів з виїмками, розсовують їх, занурюючи їх в стінки свердловини, згідно з корисною моделлю, елементи стовбура палі виконують інвентарними, через наскрізний отвір стовбура пропускають тяж, до якого прикріплюють розклинюючі елементи по формі пазів елементів палі, потім, використовуючи як упор верх елементів стовбура палі, прикладають зусилля до тяжа, який, рухаючись знизу вгору, розклинюючими елементами розсовує елементи стовбура палі, занурюючи їх в стінки свердловини і розширюючи свердловину; при необхідності стовбур інвентарної палі повертають на 90 градусів навколо вертикальної осі і процес повторюють, стовбур інвентарної палі витягають і встановлюють в іншу свердловину, а в розширену свердловину вкладають арматуру та бетон.

Спосіб пояснюється рис. 1, де зображена конструкція палі в процесі занурення в свердловину; на та у процесі розсування елементів.

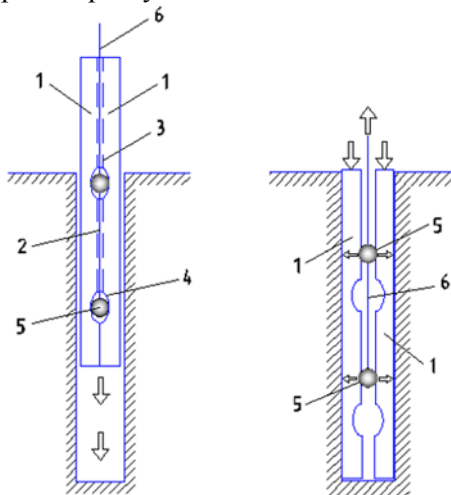


Рис. 1 – Послідовність влаштування

Інвентарна палля, стовбур якої виконаний з окремих вертикальних розсуваючих елементів 1, які звернені один до одного внутрішніми плоскими поверхнями 2 і пазами 3 та розташовані симетрично щодо вертикальної осі палі, мають виїмки 4, в яких розташовані розклинюючі елементи 5, з'єднані тяжем 6. Зібраний стовбур інвентарної палі опускають в заздалегідь пробурену в ґрунті свердловину. Потім, використовуючи як упор верх елементів, прикладають зусилля до тяжа з розклинюючими елементами, який, рухаючись знизу вгору, розсовує вертикальні елементи палі, ущільнюючи стінки свердловини. При необхідності інвентарний стовбур палі повертають на 90 градусів навколо вертикальної осі і процес повторюють.

Інвентарний стовбур витягають і встановлюють в іншу свердловину. В розширену свердловину вкладають арматуру та бетон.

Використання запропонованого способу дозволить виключити динамічні впливи при влаштуванні пального фундаменту та зменшити витрати матеріалів за рахунок використання інвентарної палі.

Однак, при такому способі влаштування фундаментів можливо ущільнення стінок свердловини тільки рівномірно з наданням циліндричної форми палі відносно вертикальній осі.

Відомий спосіб зведення фундаменту, описаний в [5], який включає виготовлення виїмки з вертикальними стінками для розміщення в ній робочого органу, формування котловану з ущільненими ґрунтовими стінками шляхом занурення робочого органу в ґрунт перпендикулярно денній поверхні і зміщення ґрунту з одночасним його ущільненням робочим органом, видалення робочого органу і заповнення котловану тверднучим розчином.

В якості робочого органу у відомому способі використовують пристрій з розсувними щоками. У виконану в ґрунті порожнину з вертикальними стінками опускають робочий орган в початковому положенні, розсування щік ведуть за допомогою поперечного до робочої площини навантаження, при цьому щоки притискаються до стінок і ущільнюють їх до утворення необхідного котловану. При

необхідності робочий орган достають з котловану, повертають на 90 градусів і, знову опустивши в котлован, проводять ущільнення стінок, надаючи котловану пірамідальну форму.

До недоліків слід віднести те, що при виготовленні котловану робочий орган достають з котловану, повертають на 90 градусів і, знову опустивши в котлован, проводять ущільнення стінок, надаючи котловану пірамідальну форму, що призводить до підвищення трудомісткості і собівартості робіт. Крім того, неможливо у відомому способі варіювати геометричними параметрами формованого котловану.

Необхідно провести дослідження ефективних способів влаштування фундаментів, напружено-деформованого стану ґрунту навколо фундаментів з ущільненими стінками, дослідження несучої здатності, встановити раціональний поперечний переріз і область раціонального їх застосування з урахуванням формування несучої здатності, питомих витрат матеріалу, видів ґрунтів, глибини занурення.

### Висновки

Ефективність влаштування фундаментів з ущільненими стінками в слабких ґрунтах досягається за рахунок застосування менш дорогої техніки, виключення динамічних впливів та зменшення кількості операцій. За рахунок ущільнення ґрунту основи підвищується його несуча здатність, що зменшує розміри фундаменту і відповідно витрату матеріалів. Проведення експериментальних досліджень дозволить запропонувати виробникам і споживачам ефективну технологію влаштування фундаментів на слабких ґрунтах для промислових та цивільних споруд.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.с. СССР № 314856, м. кл. E02D 27/28, опубл. 22.11.1971.
2. Патент ВУ № 14272, м. кл. E02D 5/22, опубл. 30.10.2010.
3. М. М. Попович, І. І. Ваганов. Дослідження оптимальної форми бокової поверхні елементів збірно-монолітних паль / . Modern technology, materials and design in construction. - 2013. Vol. 7. - № 2. - pp. 58-63.
4. Пат. №144768: МПК(2006) E02D 5/50. Спосіб влаштування пального фундаменту / Попович М.М., Маєвська І.В., Заболотний О.В.; заявник та власник патенту Він. націон. техн. універ. - № 202002820 ; заявл. 12.05.2020 ; опубл. 26.10.2020, Бюл. №20. - 3с. : іл.
5. А. с. СРСР № 937703, м. кл. E21B 7/28, опубл. 23.06.1982.

**Попович Микола Миколайович** — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [popovychnick@gmail.com](mailto:popovychnick@gmail.com)

**Парньовий Дмитро Володимирович** — студент групи Б-19міз, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [parniovyi@gmail.com](mailto:parniovyi@gmail.com)

**Бойко Сергій Петрович** — студент групи Б-19міз, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Popovych Mykola M.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [popovychnick@gmail.com](mailto:popovychnick@gmail.com)

**Dmytro Parnyovy** — B-19m student, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [parniovyi@gmail.com](mailto:parniovyi@gmail.com)

**Sergey Boyko** — B-19m student, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia