

## МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

УДК 624.154/.155

<https://doi.org/10.31713/vt420209>

**Шалай С. В., к.с.-г.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, s.v.shalay@nuwm.edu.ua) **Сафонов Г. І., к.т.н., доцент** (Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», м. Рівне) **Добровольський В. В., студент** (Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України», м. Рівне)

### ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УЛАШТУВАННЯ БУРОВИХ ПАЛЬ

У статті представлено порівняльний аналіз різноманітних технологій улаштування бурових палей: технологія порожнистого прохідного шнека, технологія улаштування палей під захистом обсадної труби, а також технологія улаштування палей під захистом глинистого розчину. Наведено особливості застосування кожної технології, а також деякі геометричні параметри палей, що виготовляються. Виконаний порівняльний аналіз переваг і недоліків по кожній з розглянутих технологій. На підставі аналізу сформовано положення стосовно умов застосування даних технологій і актуальності їх використання в секторі сучасного будівництва.

**Ключові слова:** порівняння; бурові палі; технологія облаштування палей; порожнистий прохідний шнек; обсадна труба; глинистий розчин.

Упродовж тривалого періоду багато сфер життя людини постійно зазнавали змін. Здійснювалася розробка нових методів і теорій, проводилися наукові дослідження шляхом застосування експериментів і дослідів. Багато аспектів життя розвивалися і удосконалювалися. Сфера будівництва не є виключенням. З настанням періоду будівництва висотних будівель перед інженерами постало досить складне завдання – забезпечити безпеку будівель та споруд. Одним з головних чинників цієї умови є наявність надійного фундаменту. Нині вибір фундаментів ґрунтується на багатьох критеріях, одним з яких є інженерно-геологічні умови будівельного майданчика. Варто

відмітити, що територія нашої країни складена ґрунтами з різними фізико-механічними показниками. На жаль, не усі ділянки місцевості характеризуються сприятливими для будівництва інженерно-геологічними елементами та здатні належним чином нести на собі величезне навантаження від будівель. Для надійності забезпечення стійкості будівель в експлуатаційному режимі у місцях з несприятливими геологічними умовами інженерам доводиться робити улаштування котлованів до ґрунтів, придатних для будівництва як несучої основи будівель [1; 3].

Іноді складність усього завдання інженерів диктується значною глибиною залягання цих ґрунтів. У подібних випадках в цілях раціональності з економічної точки зору, при проектуванні будівель в якості фундаментів використовують палі. Залежно від інженерно-геологічних умов майданчика будівництва фахівцями визначається вживана для виробництва палей технологія. Як показує практика, кожна технологія виготовлення палей має ряд своїх переваг і недоліків, порівняльному аналізу яких присвячена ця стаття.

#### Облаштування палей за допомогою прохідного шнека (рис. 1)

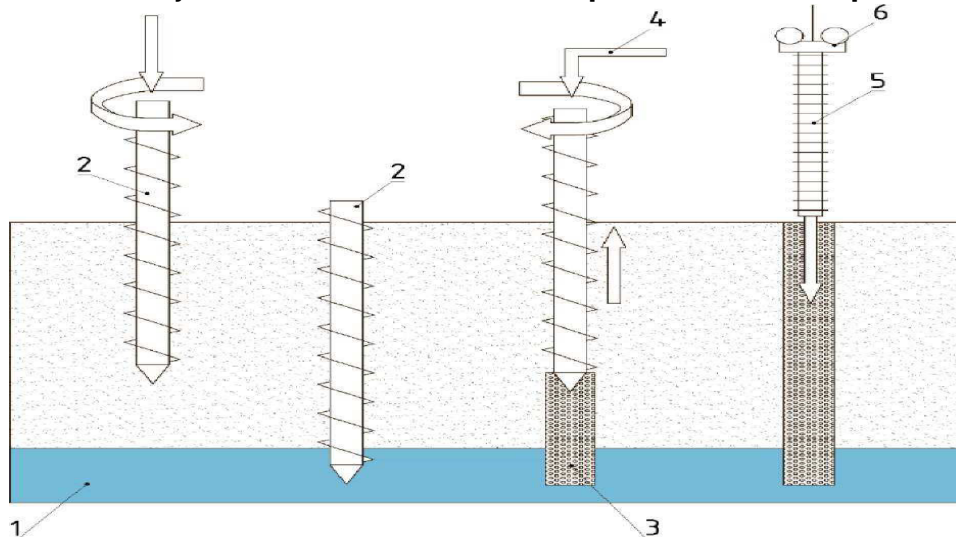


Рис. 1. Технологічна схема улаштування палей методом порожнистого прохідного шнека:

- 1 – несучий шар; 2 – прохідний шнек; 3 – свердловина заповнена бетонною сумішшю, до напрямку подачі бетонної суміші через порожнину шнека;  
4 – арматурний каркас; 5 – вібратор

Ця технологія проявила себе з позитивного боку при використанні в ґрунтах, складених нашаруваннями з показниками міцності, що сильно відрізняються. Також технологія прохідного шнека мак-

симально ефективно зарекомендувала себе при роботах, що проводяться у великих товщах пісків, тугопластичних і напівтвердих суглинках в умовах, коли застосування технології виготовлення паль ущільненням не є можливим.

При проходженні шнека в масиві ґрунту відбувається часткове ущільнення контактної зони «ґрунт – паля» внаслідок процесу руйнування ґрунту бурінням.

При виготовленні паль за цією технологією слід акцентувати увагу на можливі недоліки тиксотропного знеміцнення в зоні пального масиву порохняно-глинистих ґрунтів, насичених водою. Як показує практика, послідовне облаштування паль без «відпочинку» заданих умов призводить до перевитрати бетонної суміші у декілька разів. Це явище зазвичай пов'язане з тим, що в нашаруваннях ґрунтового масиву присутні великі товщі текучих, текучопластичних супісків і суглинків з низькими деформаційними характеристиками [2].

У табл. 1 представлено переваги і недоліки цієї технології.

Таблиця 1

Переваги і недоліки улаштування паль за допомогою прохідного шнека

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"><li>- висока продуктивність виготовлення, до 10 разів перевищує швидкість улаштування паль у порівнянні з іншими технологіями;</li><li>- висока якість кінцевої продукції у зв'язку з подачею бетонного розчину під тиском при заповненні свердловини;</li><li>- відносна економічність способу</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- при проведенні робіт у слабких водонасичених ґрунтах на поверхню може вилучатись обсяг ґрунту, що значно перевищує геометричну ємність свердловини (спостерігається ефект налипання ґрунту на поверхню шнека);</li><li>- висока ймовірність виникнення дефектів у тілі паль (виникнення шийок, включень ґрунту)</li></ul>

**Влаштування паль під захистом обсадної труби** (рис. 2). Суть цього методу полягає в зануренні інвентарної труби, закріпленої за допомогою хомута, з одночасним обертанням і втискуванням гідравлічним домкратом. Як правило, товщина стінки труби складає 4 мм. Колона обсадної труби складається з жорстко закріплених між собою окремих секцій. Цей метод влаштування паль застосовується в ґрунтах, що мають низькі фізико-механічні показники, а також в обводнених ґрунтах [2]. Обсадна труба запобігає неминучому обваленню стінок свердловини, що пробурюється, тим самим формуючи чіткі межі майбутньої палі.

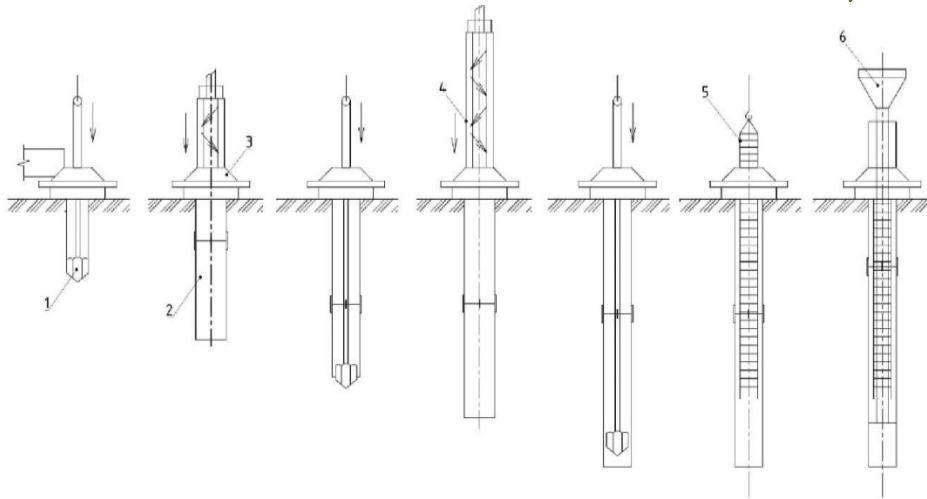


Рис. 2. Технологічна схема улаштування палі під захистом обсадної труби:  
1 – робочий орган для буріння свердловин; 2 – свердловина; 3 – кондуктор;  
4 – обсадна труба; 5 – арматурний каркас; 6 – бетонолитна труба;  
7 – вібробункер

Ключові переваги і недоліки цієї технології представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> <li>- можливість облаштування палі в умовах щільної міської забудови у безпосередній близькості від існуючих будівель і споруд за рахунок повної відсутності вібраційних і динамічних дій на ґрунт;</li> <li>- заповнення свердловини методом труби, що вертикально переміщається, повністю виключає вірогідність утворення шийок в тілі майбутньої палі за наявності у свердловині арматурного каркаса;</li> <li>- безперешкодне виконання свердловини зважаючи на можливість витягання за допомогою розбурювання валунів, що трапляються на шляху буріння;</li> <li>- можливість здійснення прямого контролю відповідності проектних і фактичних інженерно-геологічних умов;</li> <li>- безпосередній контроль досягнення необхідного несучого інженерно-геологічного шару на стадії буріння свердловини;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низька продуктивність вимагає пошуку проектних рішень для найбільш повного використання несучої здатності палі по ґрунту;</li> <li>- висока вартість виготовлення палі;</li> <li>- у випадку якщо у пробуреній товщі є прошарки водо насичених ґрунтів, необхідно створити ґрунтову пробку значної довжини або надмірний тиск у свердловині за допомогою глинистого розчину або води для запобігання випору ґрунту у тіло свердловини.</li> </ul>

### Облаштування паль під захистом глинистого розчину

Технологія виготовлення паль під захистом глинистого розчину (рис. 3) максимально ефективна в нестійких і водонасичених ґрунтах.

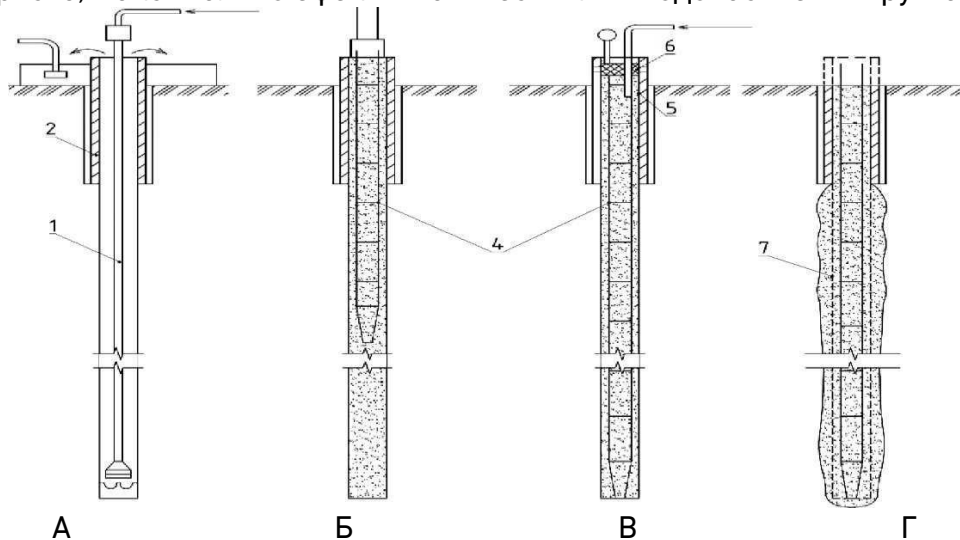


Рис. 3. Технологічна схема влаштування паль під захистом глинистого розчину (а – буріння свердловини; б – заповнення свердловини розчином, установка арматурного каркаса; в – пресування; г – готова паля):  
1 – ін'єктор; 2 – кондуктор; 3 – цементний розчин; 4 – арматурний каркас;  
5 – труба для опресування; 6 – тампон, 7 – цементний камінь

У тіло пробуреної свердловини безперервно відбувається подання глинистого розчину, який запобігає обваленню стінок свердловини за рахунок великої об'ємної ваги, яку має розчин. За допомогою глинистого розчину створюється надмірний тиск на будь-якій глибині внаслідок чого частки ґрунту утримуються на стінках свердловини. Щільність такого розчину повинна складати в діапазоні від 1,05 до 1,25 г/см<sup>3</sup>. При такій високій питомій вазі глинистий розчин утримує стінки свердловини, додатково створюючи тонку, але досить стійку кірку. При циркуляції потік розчину вимиває розпушені породи на поверхню. Бетонування паль виконується методом труби, що вертикально переміщається. При заповненні свердловини бетонною сумішшю глинистий розчин витісняється через свою низьку питому вагу. В процесі бетонування глинистий розчин витісняється у позатрубному просторі в зону гирла свердловини, після чого відводиться у відстійник по направляючих лотках для очищення і вторинного використання [2].

На стадії насичення розчину цементом його зливають у відвал. Для забезпечення винесення розбуреного ґрунту на поверхню, шви-

дкість висхідного глинистого розчину повинна складати не менше 0,6...0,7 м/сек.

Бурові палі виконуються безпосередньо на будівельному майданчику, і досить часто при їх виготовленні можуть утворюватися різні дефекти, серед яких найчастіше зустрічаються:

- включення часток ґрунту в тіло палі;
- утворення шийок по довжині палі;
- відсутність бетону по довжині ствола палі, оголення арматури.

Усі вищевказані дефекти істотно знижують несучу здатність бурових паль, тому при виконанні робіт вимагається здійснювати постійний контроль їх якості за допомогою спеціалізованого устаткування.

У табл. 3 представлені переваги та недоліки цієї технології.

Таблиця 3

Переваги і недоліки облаштування паль під захистом глинистого розчину

Переваги	Недоліки
- можливість проведення робіт в умовах обмеженої міської забудови	- необхідність влаштування на будівельному майданчику бетонного мінізаводу для підготовки і утилізації бентонітового розчину; - високий ступінь забруднення майданчика бентонітовим шламом; - висока вартість порівняно з технологією прохідного шнека

В табл. 4 наведено деякі геометричні параметри паль, що виготовляються за розглянутими в статті технологіями.

Таблиця 4

Порівняльна таблиця параметрів паль, що виготовляються за різними технологіями

Назва технології	Параметр	
	Максимальний діаметр паль, $\varnothing_{max}$ , м	Максимальна довжина паль, $L_{max}$ , м
Прохідний порожнистий шнек	1,4	33,5
Під захистом обсадної труби	2,5	85,0
Під захистом глинистого розчину	1,0	30,0

**Підсумовуючи результати** проведеного порівняльного аналізу, можна з високою долею визначеності стверджувати, що кожна з вищезазначених технологій має ряд своїх переваг і недоліків. В основному вибір вживаної технології виготовлення паль диктується інженерно-геологічними умовами майданчика будівництва. Наприклад, за наявності нашарувань слабких глинистих ґрунтів раціональнішою є технологія виготовлення паль під захистом обсадної труби, на відміну від технології прохідного шнека.

Проведений аналіз також безумовно підтверджує факт, що вибір технології здійснює безпосередній вплив на усі подальші етапи будівельного виробництва. З метою забезпечення високої міри безпеки на будівельному майданчику, фахівцям варто підходити до вибору вживаних технологій, беручи до уваги параметри, що характеризують умови будівництва об'єкта.

**1.** Корнієнко М. В. Основи і фундаменти : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2012. 164 с. **2.** Мангушев Р. А., Ершов А. В., Осокин А. И. Современные свайные технологии : учеб. пособ. СПб. : СПбГАСУ, 2010. 240 с. **3.** Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 411 с. **4.** ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 57 с. **5.** ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 55 с.

## REFERENCES:

**1.** Korniienko M. V. Osnovy i fundamenti : navch. posib. Kyiv : KNUBA, 2012. 164 s. **2.** Mangushev R. A., Ershov A. V., Osokin A. I. Sovremennyye svaynyie tehnologii : ucheb. posob. SPb. : SPbGASU, 2010. 240 s. **3.** Yakymenko O. V. Tekhnolohiia budivelnoho vyrobnytstva : navch. posib. / Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O. M. Beketova. Kharkiv : KhNUMH im. O. M. Beketova, 2016. 411 s. **4.** DBN V.2.1-10-2009. Osnovy ta fundamenti sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia. Kyiv : Minrehionbud Ukrainy, 2009. 57 s. **5.** DSTU-N B V.2.6-203:2015. Nastanova z vykonannia robit pry vyhotovlenni ta montazhi budivelnykh konstrukttsii. Kyiv : Minrehionbud Ukrainy, 2016. 55 s.

---

**Shalai S. V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Safonov H. I., Candidate of Engineering (Ph.D.)** («Rivne Professional College of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine», Rivne) **Dobrovolskyi V. V., Senior Student** («Rivne Professional College of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine», Rivne)

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT TECHNOLOGIES OF DRILLING PILE DEVICES**

**The article presents a comparative analysis of various technologies for the installation of bored piles: the technology of the hollow passage auger, the technology of the installation of piles under the protection of the casing, as well as the technology of the installation of piles under the protection of mud. The features of the application of each technology, as well as some geometrical parameters of the produced piles are given. A comparative analysis of the advantages and disadvantages of each of the considered technologies is carried out. Based on the analysis, provisions were formed on the conditions for the application of these technologies and the relevance of their use in the sector of modern construction.**

**Keywords:** comparison; drill piles; pile construction technology; hollow through auger; casing; mud.

---

**Шалай С. В., к.с.-х.н., доцент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Сафонов Г. И., к.т.н.** (Обособленное структурное подразделение «Ровенский профессиональный колледж Национального университета биоресурсов и природопользования Украины», г. Ровно), **Добровольский В. В., студент** (Обособленное структурное подразделение «Ровенский профессиональный колледж Национального университета биоресурсов и природопользования Украины», г. Ровно)

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УСТРОЙСТВА БУРОВЫХ СВАЙ**

**В статье представлен сравнительный анализ различных техноло-**



**гий устройства буровых свай: технология пустотного проходного шнека, технология устройства свай под защитой обсадной трубы, а также технология устройства свай под защитой глинистого раствора. Приведены особенности применения каждой технологии, а также некоторые геометрические параметры изготавливаемых свай. Выполнен сравнительный анализ преимуществ и недостатков при реализации каждой из рассмотренных технологий. На основании анализа сформированы положения об условиях применения данных технологий и актуальности их использования в секторе современного строительства.**

***Ключевые слова:* сравнение; буровые сваи; технология обустройства свай; пустотный проходной шнек; обсадная труба; глинистый раствор.**

---