

М.Л. Зоценко, д.т.н., професор, Л.О. Педченко, ст. викладач, М.М. Педченко, ст. викладач

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

СПОСІБ УТВОРЕННЯ РОЗШИРЕННЯ В ОСНОВІ БУРОНАБИВНИХ ПАЛЬ З ЕЛЕМЕНТАМИ ГАЗОГІДРАТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Розглянуто проблеми наявності розпушеного ґрунту при виконанні розширень за допомогою механічного розширювача та камуфлетного вибуху. Запропоновано спосіб утворення розширення в основі буронабивних паль з використанням газогідратного компримування та еластичного робочого контейнера.

***Ключові слова:** паля з розширенням, газогідрат, еластичний контейнер, компримування.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. Палі з розширеною п'ятою застосовуються з метою збільшення їх несучої здатності. Розширення виконуються способами розбурювання або трамбування бетону чи щебеню у вибої свердловини енергією електричного розряду (палі РІТ), а іноді навіть за допомогою камуфлетного вибуху [1].

Указані способи влаштування розширеної п'яти палі поряд з технологічними відмінностями мають спільний недолік, який у багатьох випадках необхідно враховувати. Цим недоліком є порушення природної структури ґрунту навкруги палі внаслідок механічної дії. Камуфлетне розширення в основі буронабивних паль утворюється миттєво – вибухом зосередженого заряду вибухової речовини (ВР), який розміщується на проектній глибині. Під час проведення вибуху в ґрунті утворюється камуфлетна порожнина. Розміри її залежать від властивостей ґрунту і кількості ВР. Застосування цього способу дає можливість значно скоротити обсяги земляних робіт і матеріальні витрати. Проте специфіка роботи з ВР висуває підвищені вимоги до дотримання техніки безпеки, а також вимагає виконання цілого ряду додаткових вимог [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При механічному розбурюванні значна увага звертається на якісне зачищення вибою свердловини. Коли виготовляється камуфлетна паля, важливо, щоб після дії ВР рівень бетону після його осідання не знизився нижче верхнього рівня утвореного розширення (для запобігання обвалу ґрунту в зоні розширення). До того ж наявність потужних сейсмічних коливань під час проведення камуфлетного вибуху неодмінно справляє негативний вплив на різні об'єкти, в тому числі й на нещодавно збудовані палі.

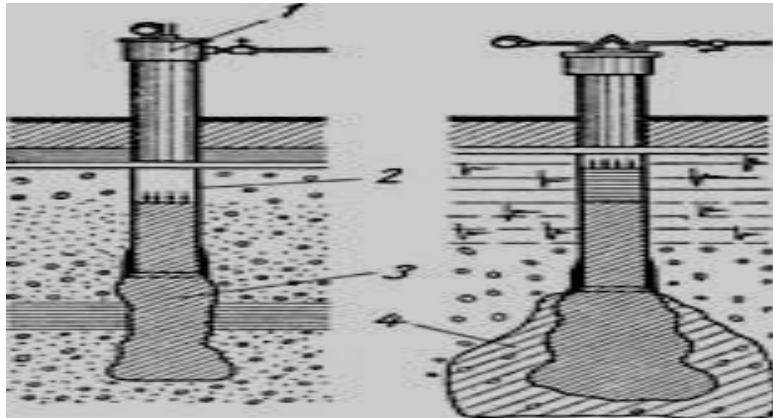
Численні дані про вплив чистоти вибою на несучу здатність паль показали, що відхилення цього показника для однакових за параметрами паль, виконаних в ідентичних ґрунтових умовах на тих же майданчиках, досягає значних величин (до 40%). Тобто несуча здатність палі вирішальною мірою залежить від стану вибою.

Як показали випробування паль у певних ґрунтових умовах, залишки розпушеного ґрунту на дні свердловин істотно знижують їх несучу здатність порівняно з палями у свердловинах із підготовленим вибоєм [2].

Перелічені вище недоліки способів влаштування розширення буронабивних паль частково усуваються при утворенні місцевого розширення пристроями УГС-2,

УГС-2М та УСМ шляхом розведення плит шарнірної системи. Але використання жорстких елементів не дозволяє рівномірно ущільнити всю поверхню розширення.

Найбільш близьким до розв'язання проблеми ущільнення ґрунту на вибої палі, на нашу думку, є спосіб виготовлення пневмопалі системи Є.В. Платонова [3]. На рис. 1 показано схему виготовлення таких палей. Після проходження свердловини під захистом металеві обсадної труби нижня частина палі заповнюється бетоном, а на гирло обсадної труби монтується шлюз (рис. 1, а). Через шлюз у свердловину подається стиснене повітря з метою створення тиску, достатнього для ущільнення розпушеного в процесі проходження свердловини ґрунту (рис. 1, б).



а)

б)

Рисунок 1 – Спосіб виготовлення пневмопалі системи Є. В. Платонова:
а) до обтиснення; б) після обтиснення; 1 – шлюз; 2 – обсадна труба;
3 – бетон; 4 – ущільнений ґрунт

Таким способом можна розв'язати поставлену проблему, але для виконання вказаних робіт необхідно мати компресор високого тиску, шлюзовий пристрій, надійно з'єднаний з обсадною трубою, а також додаткову арматуру для подавання стисненого повітря.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. На сьогодні не існує дієвого способу, який повною мірою може розв'язати проблему наявності зон розущільнення при облаштуванні розширення в п'яті буронабивної палі. Також відсутні конструкції та пристрої, які б доцільно було застосувати в галузі фундаментобудування для здійснення такого способу.

Формулювання мети статті. Метою роботи є розроблення методу влаштування розширення у буронабивній палі за допомогою обтиснення ґрунту високим тиском газу, який створюється шляхом дисоціації газогідрату в обмеженому просторі вибою свердловини.

Виклад основного матеріалу дослідження. Виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновок, що тільки шляхом прикладення зусилля, рівномірного по всій поверхні контакту робочого органу, можна якісно ущільнити ґрунт і створити розширення в основі палі.

Оскільки рідина чи газ при створенні тиску в замкнутому об'ємі рівномірно передають його на стінки (в цьому випадку бурової свердловини палі), то слід зупинитися саме на гідравлічному чи пневматичному способі створення розширення палі. При цьому напрямок і глибина розвитку розширення, на відміну від пристроїв з механічними робочими органами, можуть бути нерівномірними і залежатимуть тільки від властивостей ґрунту і наявності зон розущільнення. Зрозуміло, що розпушений

грунт буде деформуватися більше, тому форма розширення матиме відповідне окреслення.

На додаток до відомих засобів створення гідравлічного та пневматичного тиску на будівництві (компресорів і насосів) як альтернативний варіант, використання якого в певних умовах буде доцільним, запропоновано спосіб накопичення газу в обмеженому об'ємі шляхом утворення газогідрату й отримання з нього за потреби газу високого тиску.

Газові гідрати – це тверді кристалічні з'єднання, що утворюються при певних термобаричних умовах із води і низькомолекулярних газів (метану, етану, пропану, вуглекислого газу та ін.). За зовнішнім виглядом схожі на сніг чи лід. При помірних тисках (10 – 30 МПа) газогідрати перебувають у стабільному стані, аж до температури плюс 20 – 25°C [4]. У 1 м³ газогідрату може міститися до 160 – 180 м³ газу (наприклад, СО₂) за нормальних умов, при цьому об'єм, зайнятий газом, у гідраті не перевищує 20% [5]. Розкладання гідрату в замкнутому об'ємі супроводжується значним підвищенням тиску виділеного газу. Питома теплота дисоціації (розкладання) складає 0,5 МДж/кг [6].

Газ для утворення розширення палі повинний максимально відповідати вимогам техніки безпеки і бути недорогим, тому вибір слід зупинити на вуглекислому газі та газових сумішах на його основі. Газогідрат СО₂ у вигляді водної суспензії чи льодогазогідратних блоків доцільно, наприклад, застосувати як джерело стиснутого газу при виготовленні пневмопалі системи Є. В. Платонова (рис. 1), розмістивши ємність для дисоціації гідрату на лінії подачі газу або льодогазогідратний блок безпосередньо в обсадній трубі над бетоном і передбачивши при цьому можливість підігріву газогідрату для виділення газу.

Як альтернатива створенню розширення за допомогою механічного розширювача і камуфлетного вибуху запропоновано спосіб пневматичної дії на вибір палі з використанням як джерела енергії продуктів дисоціації гідрату вуглекислого газу. Як робочий орган, через який передаватиметься зусилля на стінки свердловини, слід використати еластичний контейнер (гумовий). Причому товщина стінок контейнера має бути різною за його довжиною: у місці приєднання до штанги (верхня частина) вона повинна бути вдвічі – втричі товщою порівнянно з протилежним кінцем, що контактуватиме з підшоною.

Така конструкція контейнера дає можливість збільшити ймовірність утворення розширення грушоподібної форми з достатньою площею поперечного перерізу. Завдяки нерівномірному розтягуванню контейнера, зменшиться зусилля його випирання зі свердловини. Крім того, верхня частина контейнера виконає роль додаткового ущільнювача.

На рисунку 2 зображено схему утворення розширення в основі буронабивної палі з використанням газогідратного компримування й еластичного робочого контейнера.

До вибою свердловини пристрій опускається в транспортному положенні: захисний кожух, що може рухатися по трубі, знаходиться в нижньому положенні. При цьому він захищає контейнер від пошкодження. При переведенні захисного кожуха в робоче положення відбувається вивільнення еластичного контейнера та еластичної манжети пакеру, який разом з верхньою частиною робочого контейнера запобігає виштовхуванню пристрою зі свердловини.

Водогазогідратна суміш після її подачі по штанзі у робочий контейнер розкладається на воду і газ шляхом нагрівання до температури, не вищої ніж 15 – 20 °С, за допомогою електронагрівача, вмонтованого в контейнер.

Як показали розрахунки, для створення достатнього розширення в основі буронабивної палі довжиною 9 м і діаметром 0,3 м необхідно близько 27 кг 80 - відсоткової водогазогідратної суміші. При цьому на вибої створиться тиск 2,2 МПа. При потужності електронагрівача 4,5 кВт час повної дисоціації становитиме 42 хв [7].

Наприкінці операції тиск у контейнері плавно знижується, а еластичний контейнер виштовхує утворену воду. При вилученні пристрою зі свердловини захисний кожух деформує манжету пакеру і закриває робочий контейнер. Також можливий варіант одночасного заповнення свердловини бетоном і поступового вилучення пристрою.

Газогідрат виготовляється в установці, розташованій на будівельному майданчику, або доставляється на об'єкт в охолоджену вигляді.

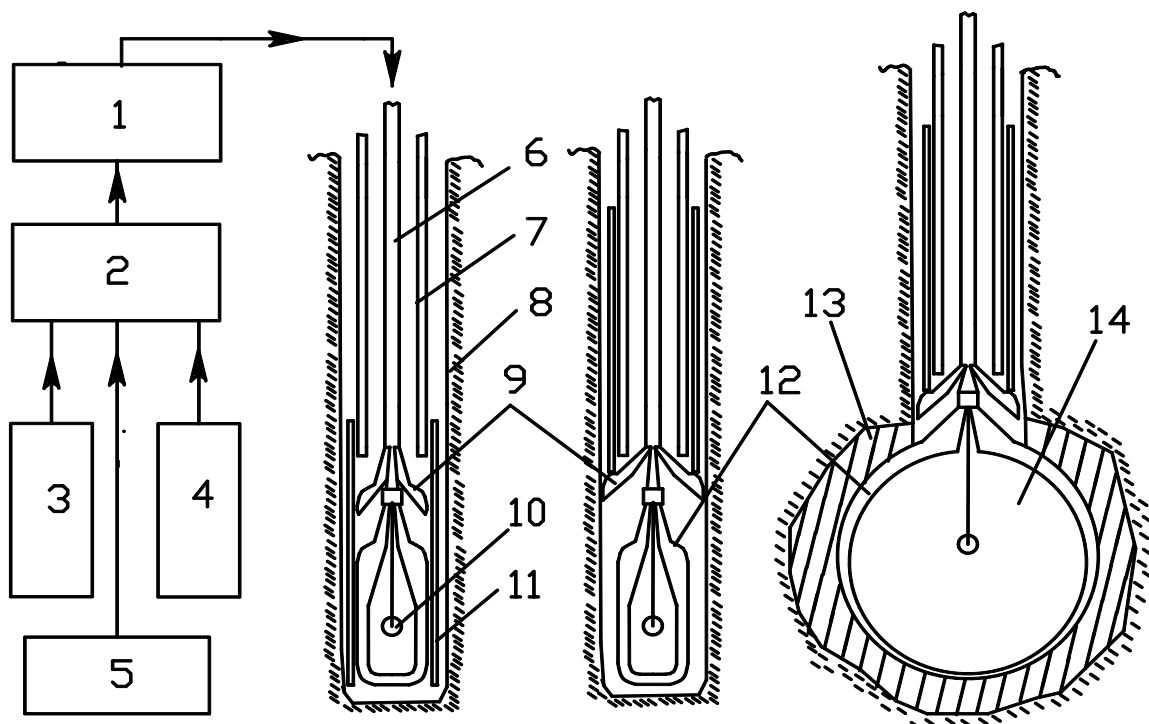


Рисунок 2 – Спосіб утворення розширення в основі буронабивних палей за допомогою еластичного контейнера, наповненого газовим гідратом: 1 – сепаратор-накопичувач газогідрату; 2 – реактор гідратоутворення; 3 – ємність з водою; 4 – ємність з газом; 5 – холодильний агрегат; 6 – штанга; 7 – туба; 8 – свердловина; 9 – пакер у транспортному та робочому положенні; 10 – електричний нагрівальний елемент; 11 – захисний кожух; 12 – еластичний контейнер до і після утворення розширення; 13 – зона ущільнення ґрунту; 14 – утворене розширення

Висновки. Запропонований спосіб улаштування розширення основи буронабивної палі є вдосконаленням пневматичних палей, які були запропоновані професором Є. В. Платоновим у 30 - х роках ХХ століття. За допомогою цього методу можливо уникнути тих неприємностей, які пов'язані з розущільненням ґрунту при влаштуванні буронабивних палей. Слід зауважати, що це лише початкова пропозиція використання газогідратних технологій для ущільнення ґрунтів. Ця технологія має перспективи широкого впровадження у виробництво, але потребує подальших досліджень.

Література

1. Руководство по проектированию и устройству фундаментов из буронабивных свай и опор колонн. – [Электронный ресурс] – Киев, 1991. – 175 с. – Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru>.
2. Еремин, В. Я. Некоторые проблемы качества буронабивных свай / В.Я. Еремин, А. В. Еремин, Н. В. Сарафанов // Труды Международной научно-технической конференции «Проблемы механики грунтов и фундаментостроения в сложных грунтовых условиях». Том 1. – Уфа: БашНиистрой, 2006. – С. 85 – 96.
3. Платонов, Е.В. Набивные сваи / Е. В. Платонов. – Л.: ГОНТИ, 1938. – С. 123.
4. Макогон, Ю.Ф. Гидраты природных газов / Ю.Ф. Макогон. – М.: Недра, 1974. – 208 с.
5. Белослудов, В.Р. Теоретические модели клатратообразования / В.Р. Белослудов, Ю.А. Дядин, М.Ю. Лаврентьев. – Новосибирск: Наука, 1999. – 129 с.
6. Макогон, Ю.Ф. Природные газове гидраты: открытие и перспективы / Ю.Ф. Макогон // Газовая промышленность. – 2001. – № 5. – С. 10 – 16.
7. Зоценко, М.Л. Розрахунок утворення розширення палі з використанням газогідратних технологій / М.Л. Зоценко, В.В. Мірошниченко, Л.О. Педченко // Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). – Вип. 75: у 2-х кн.: Кн. 2. – К.: ДП НДІБК, 2011. – С. 53 – 54.

Надійшла до редакції 12.12. 2011

© М.Л. Зоценко, Л.О. Педченко, М.М. Педченко

Н.Л. Зоценко, д.т.н., професор, Л.А. Педченко, ст. преп., М.М. Педченко, ст. преп.

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

СПОСОБ ОБРАЗОВАНИЯ УШИРЕНИЯ В ОСНОВАНИИ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ ГАЗОГИДРАТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Рассмотрены проблемы наличия разрыхленного грунта при выполнении уширений с помощью механического расширителя и камуфлетного взрыва. Предложен способ образования уширения в основе буронабивных свай с использованием газогидратного компримирования и эластичного рабочего контейнера.

Ключевые слова: свая с уширением, газогидрат, эластичный контейнер, компримирование.

**N. L. Zotsenko, Dr. Sc. (Techn.), Prof., L.A. Pedchenko, senior
Instructor, M.M. Pedchenko, senior Instructor**

Poltava National Technical University named after Yuriy Kondratuk

THE METHOD OF FORMATION OF WIDENING AT THE BASIS OF CAST-IN-PLACE PILES WITH THE ELEMENTS OF GAS HYDRATE TECHNOLOGY

The problems of presence of friable soil are considered at performance of widening at the basis of a pile by a mechanical dilator and camouflet explosion. The method of formation of widening at the basis of a pile is offered with the use of gas hydrate compression and of flexible working container.

Key words: pile with widening, gas hydrate, flexible container, compression.