

УДК 624.13;69.00112/.18

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2019.36.3>**Романов С.В.**

к.т.н., ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Глуценко Ю.Н.

інж. ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВДАВЛЮВАННЯ ПІД ЧАС УЛАШТУВАННЯ ОГОРОЖІ КОТЛОВАНІВ В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Анотація. Наведені результати улаштування огорожі котлованів методом вдавлювання у різних інженерно-геологічних умовах у м. Києві, що були виконані ДП «НДІБВ» сумісно з ТОВ фірма «ТЕХКОМП» у період з 2002 по 2018 роки.

На відміну від інших методів заглиблення двотаврів (забивка, віброзанурення, посадка двотаврів до пробурених свердловин), метод вдавлювання не чинить негативного впливу на існуючі будівлі і забезпечує надійну роботу шпунтової огорожі.

Для перевірки і відпрацювання цієї технології був розроблений та виготовлений експериментальний зразок обладнання, із застосуванням якого нами були виконані суцільні шпунтові стінки на будівництві будинків.

Залежно від умов будівництва були застосовані варіанти огорожі котлованів із вдавлюваних двотаврів, залізобетонних шпунтових паль, швелерів, що пересікаються, а також з комбінованих буровдавлюваних паль. Роботи виконувались експериментальними і дослідними зразками обладнання, що було розроблене і сумісно виготовлене ДП «НДІБВ» і ТОВ фірма «ТЕХКОМП».

Узагальнення нашого досвіду показало перспективність застосування методу вдавлювання для улаштування огорожі котлованів поблизу існуючих будівель і споруд, особливо у нестійких водонасичених ґрунтах, тому що у таких умовах метод вдавлювання є єдиним методом (із усіх наявних), який не впливає на існуючу забудову. Можливість застосування методу вдавлювання у таких умовах підтверджена нами у різних варіантах виконання: суцільна стіна з металевого шпунту, частково суцільна та частково прониклива огорожа з буровдавлюваних паль, суцільне водонепроникливе огороження із залізобетонних шпунтових паль.

З використанням накопиченого досвіду нами розроблені технологія і основні конструктивні рішення обладнання для улаштування методом вдавлювання залізобетонної огорожі котловану з монолітного бетону у вигляді «стіни в ґрунті».

Можлива співпраця з інвесторами з питань виготовлення і застосування вказаної технології.

Ключові слова: огорожа котлованів, металевий шпунт, буровдавлювальні палі, шпунтова стінка.

Метод вдавлювання, що отримав поширення в міському будівництві України завдяки розробкам ДП «НДІБВ», з 1987 року застосовується в основному під час вдавлювання залізобетонних паль фундаментів будівель в умовах, де неприпустима забивка або віброзаглиблення паль [1; 2; 3].

За цей період сектором нових технологій улаштування і підсилення фундаментів ДП «НДІБВ» сумісно з ТОВ фірма «ТЕХКОМП» накопичений деякий досвід застосування методу вдавлювання також під час улаштування огорожі котлованів [4].

Всі об'єкти, на яких виконувались роботи методом вдавлювання по конструкції огорожі котловану, можливо розділити на 4 групи: металічний шпунт із двотаврів, розташованих з певним кроком; суцільні шпунтові стінки із швелерів, що пересікаються; суцільні шпунтові стінки із буровдавлювальних паль; шпунтові стінки із збірних залізобетонних паль.

Наш досвід застосування методу вдавлювання металевих шпунту із двотаврів палевдавлюючою установкою конструкції НДІБВ ОНП 764 А поблизу існуючих будівель на будівельних майданчиках в м. Києві по вул. Гоголівська, 4, Велика Житомирська, 20, переулку Рильського, 6 та багатьох інших показав його високу ефективність і надійність.

На відміну від інших методів заглиблення двотаврів (забивка, віброзанурення, посадка двотаврів в пробурені свердловини), метод вдавлювання не чинить негативно-

го впливу на існуючі будівлі і забезпечує надійну роботу шпунтової огорожі.

З нашого досвіду найбільш придатними для вдавлювання металевих шпунту є вдавлюючі установки копрового типу, які є повноповоротними, самопересувними і самостійно виконують всі операції з вдавлювання паль (підтягування, підіймання й установку на місце заглиблення, вдавлювання), зазначеним параметрам відповідає палевдавлююча установка конструкції НДІБВ ОНП 764 П. Досвід її застосування показав, що в самих стислих умовах ОНП 764 П самостійно (без залучення інших механізмів) виконувала заглиблення шпунту біля існуючих будинків на мінімальній відстані 0,5 м.

У нестійких та водонасичених ґрунтах під час улаштування заборки між шпунтинами із двотаврів можливе винесення ґрунту, що неприпустимо, наприклад, поруч з фундаментами існуючих будівель. Тому в таких умовах застосовувалися суцільні шпунтові стінки із елементів, що вдавлюються.

Одним із варіантів суцільної шпунтової стінки є стінка із вдавлюваних металевих швелерів у «замок». Конструкція такої стінки показана на фото 1, 2.

Під час виконання суцільних шпунтових стінок нами застосовувались дві технології.

На будівництві по вул. Велика Житомирська, 20 та по вул. Боричів Тік, 9А в м. Києві була застосована технологія вдавлювання металевих шпунту із швелера N20, N22 через голову шпунту палевдавлюючою установкою

конструкції НДІБВ. ОНП 764 А. Достойнством цієї технології є висока продуктивність, а недоліком – необхідність у відносно великій площі будівельного майданчику та можливість втрати стійкості шпунтини за довжини більш 10 м.

Під час будівництва в умовах щільної міської забудови на багатьох майданчиках виникає необхідність виконати шпунтову стінку в стислих місцях, де неможливо застосувати велику будівельну техніку. У зв'язку з цим нами була розроблена технологія вдавлювання з використанням принципу «групового заглиблення», яка дозволяє виконати шпунтову стінку майже впритул до існуючих конструкцій без застосування великих механізмів (фото 3).

Для перевірки і відпрацювання цієї технології був розроблений та виготовлений експериментальний зразок обладнання, з застосуванням якого нами були виконані суцільні шпунтові стінки на будівництві будинків на просп. Перемоги, 90/1, вул. Нижній Вал, 17, вул. Панківській, 20 в м. Києві.

Досвід застосування експериментального зразка обладнання для улаштування суцільної шпунтової стінки на вказаних об'єктах показав його роботоздатність і задовільну продуктивність (10–12 шпунтина за зміну). Тому він пропонується до подальшого застосування.

Під час улаштування огорожі котлованів доволі часто виникає питання баражного ефекту – зміни гідрогеологічних умов у водонасичених ґрунтах за рахунок перекриття шляхів природної течії ґрунтових вод шпунтовими стінками. Особливо це важливо враховувати в умовах, коли ґрунтові води являють собою направлений підземний потік. Саме такий випадок спостерігався під час улаштування котловану підземного паркінгу поруч з існуючим будинком по вул. Панківській 20 в м. Києві.

У цих умовах нами було запропоновано виконати огорожу котловану із комбінованих (буровдавлюваних) паль, які до глибини відкопки котловану забезпечують влаштування суцільної шпунтової стіни, а нижче несучі елементи шпунтових паль перекривають лише 32,5% площі стінки, забезпечуючи тим самим проходження ґрунтових вод. Схема конструкції стіни огорожі котловану приведена на рис. 1.

Технологія улаштування буровдавлюваних паль включає в себе три технологічних операції: 1 – забурювання в ґрунт порожнистого шнеку діаметром 300 мм на глибині 5,0 м; 2 – піднімання шнеку з одночасним заповненням свердловини цементно-пісчанним розчином під тиском; 3 – установа в свердловину двотавру N24 і вдавлювання через свіжоукладений розчин двотавру N24 на глибину 12м.

Для виконання буровдавлюваних паль огорожі котловану використовувалось виготовлене нами експериментальне обладнання у складі бурової установки на базі автонавантажувача і малогабаритної установки для вдавлювання двотаврів з використанням принципу групового заглиблення двотаврів (див. фото 4). Приготування і подачу розчину в свердловину виконувались пневмобетонагнітачем, установка двотаврів в свердловину здійснювалась автокраном.

Забурювання шнеку і вдавлювання двотавру виконувалось через спеціальний кондуктор на рамі вдавлюючої установки, що забезпечувало вертикальність і співвісність паль.

Забурювання шнеку на глибину 5,0 м виконувалось в режимі загвинчування за повної відсутності винесення ґрунту, що виключало вплив процесу улаштування паль

на основу фундаменту житлового будинку, розташованого на відстані одного метру від нього.

Всього на цьому об'єкті нами було занурено 123 буровдавлюваних паль огорожі котловану.

Аналогічна технологія буровдавлюваних паль була застосована нами під час виконання протиаварійних робіт з підсилення фундаментів помпової станції на вул. Курганівській, 4 в м. Києві. Відрізнялась ця технологія тим, що вдавлювання двотаврів виконувалось за допомогою платформи, яка монтувалась на кожній палі і навантажувалась інвентарним вантажем загальною вагою 50 тс.

Всього тут було виконано 24 буровдавлюваних паль, що дозволило в найкоротший термін ліквідувати аварійність і поновити роботу станції.

За позитивного в цілому результату застосування експериментального зразка обладнання для улаштування огорожі котловану із буровдавлюваних паль на вул. Панківській було виявлено основний недолік цього обладнання: наявність окремого від основної вдавлюючої установки механізму з буріння свердловин. Це сильно ускладнює технологічний процес і знижує продуктивність роботи.

Пропонується обладнання для улаштування огорожі із буровдавлюваних паль доопрацювати, розмістивши на одній базі і буровий і вдавлюючий органи.

Огорожа котлованів із збірних залізобетонних паль, що заглиблювались вдавлюванням, була виконана нами на трьох об'єктах в м. Києві: два об'єкта, де котлован відкопувався в сухих стійких ґрунтах по вул. Івана Мазепи, 10 (вул. Січневого Повстання, 10) і по вул. Гоголівській, 4; один об'єкт, де котлован відкопувався в нестійких водонасичених ґрунтах.

Конструкція огорожі котловану на вул. Івана Мазепи, 10 (вул. Січневого Повстання, 10), яка одночасно являється і стіною підземного паркінгу, приведена на рис. 2.

Несучі палі огорожі С6-30 і СС15-30, а також огорожувальні палі С4-30 заглиблювались палевдавлюючою установкою (див. фото 5) конструкції НДІБВ. Всього на об'єкті було вдавнено 431 палі огорожі котловану з планувальної відмітки і 84 палі С12-30 під колони з відмітки дна котловану.

Огорожа котловану на будівництві житлового будинку по вул. Гоголівській 4 по конструкції аналогічна і виконувалась тим же обладнанням. Різниця лише в тім, що замість паль перерізом 30х30 см використовувались палі перерізом 350х350мм.

Досвід улаштування огорожі котлованів із залізобетонних паль, що заглиблювались палевдавлюючою установкою конструкції НДІБВ ОНП 764 А, цілком позитивний. Дякуючи унікальним технологічним можливостям палевдавлюючої установки ОНП 764 А, всі роботи були виконані згідно з проектними рішеннями, впливу на існуючі будівлі не було.

Найбільш важким, але важливим з точки зору перспектив застосування, методом вдавлювання для улаштування огорожі котлованів є досвід його застосування під час будівництва офісної будівлі з підземним паркінгом по вул. Боричів Тік, 9А в м. Києві, де нами була побудована водонепрониклива огорожа котловану із залізобетонних шпунтових паль, що заглиблювались вдавлюванням.

Труднощі виконання тут були зумовлені дуже складними умовами будівництва підземної частини будівлі: площадка будівництва розташована на зсувному схилі; запроектована будівля прилягає до існуючих будинків

з трьох боків (з двох боків уприутул до існуючих будинків і з однієї – через проїзд між існуючим і запроектованим будинками шириною 6 м), а з четвертого боку – уприутул до підпірної стінки, що утримує схил від зсуву; інженерно-геологічні умови представлені насипним ґрунтом з вмістом будівельних залишків потужністю до 3,4 м і зсувними різнорідними ґрунтами (піски, супіски, суглинки, глини) с глибині 1,9 м водонасиченими пластичними і текучими, які на глибині 9–10 м підстилаються суглинками і глинами твердими і тугопластичними; гідрогеологічні умови характеризуються наявністю течії підземних вод у бік р. Дніпро.

Конструкція огорожі котловану із вдавлюваних залізобетонних шпунтових паль приведено на рис. 3. На фото 6 показані готові залізобетонні шпунтові палі.

Під час виконання робіт з влаштування огорожі використовувались такі механізми і пристрої: палевдавлююча установка конструкції НДІБВ ОНП 764 А; бурова установка СО-2 на базі крана РДК-25; металевий кондуктор; пневмобетонагнітач ПБН-3. Все це обладнання, крім ПБН-3, розроблене і виготовлене в різні роки фірмою «ТЕХКОМП» сумісно з ДП «НДІБВ».

Особлива роль у цій технології належить металевому кондуктору, який забезпечує вертикальність, співвісність і щільність прилягання залізобетонних шпунтових паль в огороженні.

Робота з улаштування огорожі котловану виконувалась захватками. На кожній захватці виконувались наступні технологічні операції: 1 – встановлення і закріплення кондуктора; 2 – свердління лідерної свердловини і заповнення її повільно твердіючим розчином; 3 – вдавлювання шпунтової палі через лідерну свердловину з одночасним заповненням каналів в шпунтових палях розчином.

Операція з встановлення і закріплення кондуктора виконувалась двома механізмами: буровою установкою, що в цьому випадку виконувала функцію крану, та палевдавлюючої установкою, яка вдавлювала інвентарні металеві палі для закріплення кондуктора.

Бурити лідерні свердловини вимушені були через наявність насипних ґрунтів з вмістом будівельних залишків. Стінки свердловин закріплювались повільно твердіючим розчином, який подавався пневмобетонагнітачем через порожнистий шнек.

Для виключення винесення ґрунту із основи фундаментів існуючих будинків вздовж них були виконані методом вдавлювання суцільні шпунтові стінки із двотаврів № 22 на глибину 9,0 м.

У загальному технологічному процесі улаштування огорожі котловану на цьому об'єкті найбільш важкою і трудомісткою операцією було встановлення і закріплення кондуктора на кожній захватці, що негативно впливало на продуктивність процесу. Також необхідність почергового застосування в одній точці двох громіздких (габаритних) механізмів (бурової установки на базі гусеничного крана і палевдавлюючої установки) приводила до значних втрат часу. Крім того, в процесі виконання робіт спостерігались зупинки через несправність механізмів і проблем з електроенергією. Усе це зумовило низьку продуктивність під час виконання огоро-

жі котловану: максимально досягнута – 2,1 м за зміну, середня – 1,25 м за зміну.

За вказаною технологією на цьому об'єкті було вдавнено 229 шпунтових паль, у тому числі 165 шт. довжиною 9,0 м і 64 шт. – довжиною 12 м.

На фото 7 показані види на огороження котловану із вдавлених залізобетонних шпунтових паль, а на фото рис. 8 – вигляд внутрішньої поверхні шпунтової стінки після відкопування котловану.

Оцінюючи результат роботи на даному об'єкті, можна відмітити таке: 1) на відміну від стіни паркінгу вздовж підпірної стінки, де водонепроникливість забезпечувалась улаштуванням джет-паль між буронабивними палями підпірної стінки на стінах із залізобетонних шпунтових паль, виконаних методом вдавлювання, протікання води не спостерігалось, було декілька місць де спостерігалось замокання; 2) якість поверхні стін задовільна, спостерігається відхилення від вертикалі окремих шпунтових паль в допустимих розмірах; 3) ніяких додаткових деформацій і порушень в існуючих будинках не було зафіксовано.

Загалом за даним об'єктом можна зробити два висновки:

1) кінцевий результат роботи позитивний: виконана згідно з проектом водонепрониклива огорожа котловану із залізобетонних шпунтових паль, що заглиблювались вдавлюванням;

2) для подальшого застосування цієї технології необхідно розробити і виготовити спеціальне обладнання для улаштування огорожі котлованів методом вдавлювання.

Доцільність створення такого обладнання у тому, що, по-перше, сьогодні немає технологій, які гарантують збереження існуючої забудови під час улаштування поруч з ними котлованів у водонасичених нестійких ґрунтах, по-друге, улаштування огорожі котлованів методом вдавлювання дозволить зменшити її вартість на 30–50%.

Враховуючи, що в останній час вартість збірних залізобетонних паль різко збільшилась, ми вважаємо більш перспективною й інвестиційно більш привабливою технологію улаштування методом вдавлювання залізобетонної огорожі котлованів із монолітного бетону.

Нами розроблені технологія і основні конструктивні рішення обладнання для улаштування методом вдавлювання залізобетонної огорожі котловану із монолітного бетону у вигляді «стіна в ґрунті». В основу цієї технології покладено улаштування в ґрунті монолітних залізобетонних паль шляхом заглиблення вдавлюванням і витягання пустотілих металевих форм у визначеній послідовності з використанням спеціальної високопродуктивної установки з можливістю автоматизації технологічних процесів з улаштування огорожі котловану методом вдавлювання.

Виготовлення сучасної установки для улаштування методом вдавлювання огорожі котлованів потребує фінансових витрат у розмірі декількох мільйонів гривень, яких немає у ДП «НДІБВ» і у ТОВ фірми «ТЕХКОМП». Тому ми готові до співпраці з інвесторами з питання розробки, виготовлення і застосування вказаної технології.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

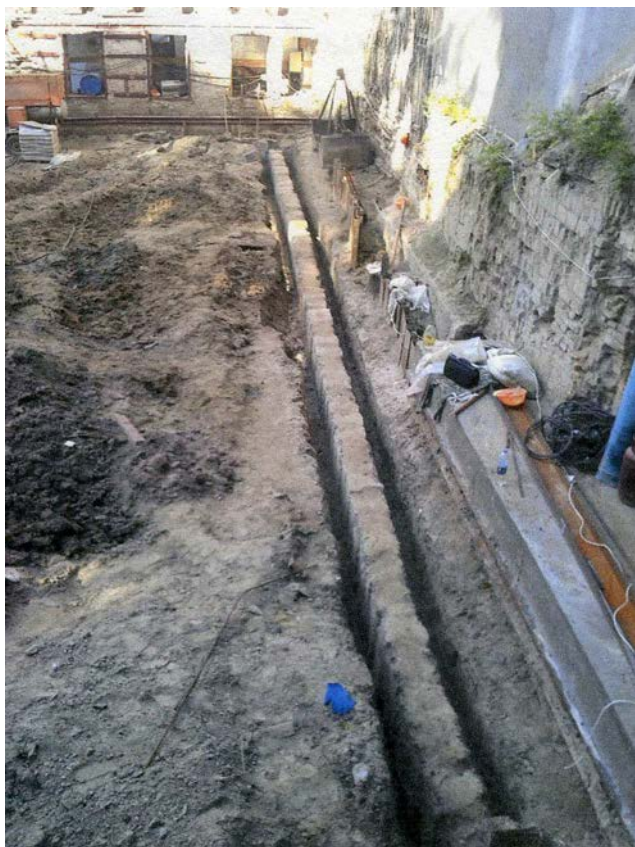


Рис. 7



Рис. 8

Література

1. Романов С.В., Глушенко Ю.Н., Яременко Г.Я. Инструкция по технологии погружения свай вдавливанием. Киев : НИИСП, 1986 г.
2. Романов С.В., Филоненко Л.И., Лирник В.И. Погружение свай вдавливающим оборудованием с вакуумным анкерным устройством. *Промышленное строительство и инженерные сооружения*. 1987 г., № 4.
3. РСН 357-91 Технология устройства фундаментов из железобетонных свай, погружаемых вдавливанием. Госстрой Украины, издание официальное 1991 г.
4. Романов С.В., Глушенко Ю.Н., Романов И.С. Опыт применения технологии вдавливания при устройстве подпорных стен и шпунтовых ограждений. *Нові технології в будівництві*. № 1, 2002.

References

1. Romanov S.V., Gluschenko Yu.N., Yaremenko G.Ya. «Instruktsiya po tehnologii pogruzheniya svay vдавlivaniem, Kiev, NIISP, 1986g.
2. Romanov S.V., Filonenko L.I., Lirnik V.I. «Pogruzhenie svay vдавlivayuschim oborudovaniem s vakuumnim ankerim ustroystvom. Zh-l, «Promyshlennoe stroitelstvo i inzhenernyie sooruzheniya». #4, 1987g.
3. RSN 357-91 Tehnologiya ustroystva fundamentov iz zhelezobetonnih svay pogruzhaemih vдавlivaniem. Gosstroy Ukrainyi, izdanie ofitsialnoe 1991g.
4. Romanov S.V., Gluschenko Yu.N., Romanov I.S. Opyit primeneniya tehnologii vдавlivaniya pri ustroystve podpornmh sten i shpuntovyih ograzhdeniy. «NovI tehnologIYi v budIvnitstvI» #1, 2002.

EXPERIENCE AND PROSPECTS OF APPLYING THE PRESSING-IN METHOD IN THE CONSTRUCTION OF THE SHORING OF EXCAVATIONS IN THE CONDITIONS OF DENSE URBAN DEVELOPMENT

Abstract. *There are provided the results of the construction of the shoring of excavations by the pressing-in method in different engineering and geological conditions in the city of Kyiv, which was carried out by SE "NDIBV" together with LLC (TOV) FIRMA "TEKHOKOMP" in the period from 2002 to 2018.*

Unlike other methods of deepening of the universal beams (driving, vibropiling, fitting of the universal beams to drilled wells), the pressing-in method does not have a negative impact on existing buildings and ensures reliable operation of sheet pile shoring.

For providing test and adjustment of this technology, an experimental sample of equipment was designed and manufactured, when using it we made solid sheet pile walls on the construction of houses.

Depending on the construction conditions, we used variants of the shoring of excavations using pressing in of the universal beams, concrete sheet pilings, intersecting channels, as well as of combined drilled piles. The works were carried out by experimental and exploratory samples of equipment that was developed and jointly manufactured by SE "NDIBV" and LLC (TOV) Firma "TEKHOKOMP".

Generalization of our experience has shown the prospect of using the pressing-in method for the construction of the shoring of excavations near existing buildings and structures especially in unstable water-saturated soils, because in such conditions the pressing-in method is the only method (in existence at the time) that does not affect the existing construction. The possibility of using the pressing-in method in such conditions is confirmed by us in different variants of execution: solid wall of metal pile, partially solid and partially permeable shoring of drilled piles, solid waterproof shoring made of concrete sheet piling.

Using the experience gained, we have developed the technology and basic design solutions for equipment for the pressing-in method of concrete shoring of excavation of monolithic concrete in the form of "shurry wall".

It is possible to cooperate with investors on the production and application of the technology.

Key words: shoring of excavations, sheet piles, drilling piles, sheet pile wall.

Romanov S.V.

Cand. Sc. (Tech.)

State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv

Hlushchenko Yu.N.

enr., State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv