



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 56181

(13) C2

(51) 7 E02D5/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) U-ПОДІБНА ШПУНТОВА ПАЛЯ З НИЗЬКИМ ОПОРОМ ЗАБИВАННЮ

1

2

(21) 99031376

(22) 22 07 1997

(24) 15 05 2003

(86) PCT/EP97/03951, 22 07 1997

(31) 88805

(32) 14 08 1996

(33) LU

(46) 15 05 2003, Бюл. № 5, 2003 р.

(72) Бастіан Роланд, LU, Шмтт Алекс, LU, Ренар

Шарль, LU, Мейер Марк, LU

(73) ПРОФІЛАРБЕД С А, LU

(56) Патент FR 434 497, 1912

(57) 1 U-подібна шпунтова паля, що має пояс (10), виконаний плоским по усій своїй ширині, дві плоских полиці (12), з'єднані з поясом (10) з утворенням між ними увігнутих кутів (18) і розташовані симетрично відносно площини (8), перпендикулярної поясу (10), елементи замкового з'єднання, розташовані на кінцях обох полиць (12), причому в цій палі відношення глибини до корисної ширини більше або дорівнює 0,18, і її корисна ширина визначається відстанню між центральними осями елементів (14) замкового з'єднання, а глибина визначається відстанню між площиною, що проходить через центральні осі двох елементів (14) замкового з'єднання і зовнішньою поверхнею (22) поясу (10), при цьому увігнуті кути (18) палі виконані зі стовщеннями (28), причому стовщення (28) виконано достатнім для того, щоб уявна циліндрична поверхня (38), радіус якої дорівнює щонайменше 75 мм і яка дотикається до площин, в

яких перебувають внутрішні поверхні (32, 34) поясу та полиці, була повністю розташована усередині стовщення (26) між її двома дотичними генератрисами

2 Шпунтова паля за п. 1, яка відрізняється тим, що її випуклі кути (16) в місці з'єднання поясу із полицею на зовнішньому боці виконані з незначним закругленням, радіус якого менше або дорівнює 25 мм

3 Шпунтова паля за п. 1 або 2, яка відрізняється тим, що сполучні поверхні, що утворюють увігнуті кути (18), виконані у вигляді криволінійних поверхонь (30)

4 Шпунтова паля за п. 3, яка відрізняється тим, що сполучні поверхні, що утворюють увігнуті кути (18), виконані у вигляді криволінійних поверхонь (30), які дотикаються до внутрішніх поверхонь (32, 34) поясу та полиці

5 Шпунтова паля за п. 1 або 2, яка відрізняється тим, що сполучні поверхні, що утворюють увігнуті кути (18), виконані у вигляді багатокутних поверхонь (40)

6 Шпунтова паля за п. 1 або 2, яка відрізняється тим, що сполучні поверхні, що утворюють увігнуті кути (18), виконані у вигляді плоскої поверхні

7 Шпунтова паля за будь-яким із пп. 1-6, яка відрізняється тим, що вона являє собою гарячекатану сталеву шпунтову палю

8 Шпунтова паля за будь-яким із пп. 1-7, яка відрізняється тим, що у ній відношення глибини до корисної ширини більше або дорівнює 0,25

Даний винахід відноситься до U-подібної шпунтової палі з низьким опором забивання

Протягом останніх 80-ти років для спорудження несучих стін, наприклад, при проведенні різних земляних робіт, будівництві гребель, дамб або водоймищ, в усьому світі було використано декілька мільйонів тонн U-подібних шпунтових паль

U-подібна шпунтова паля має плоску задню стінку (яка називається поясом шпунтової палі) і дві сполучені з нею та такі, що несуть елементи замкового сполучення паль, бічні стінки (які називаються полицями шпунтової палі), при цьому уся

паля виконана симетричною відносно площини симетрії, перпендикулярної її задній стінці. При спорудженні несучої стіни такі U-подібні шпунтові палі збираються одна з одною елементами замкового сполучення і у зібраній стіні задні стінки паль виявляються розташованими в порядку, що чергується, по різні боки від площини, яка проходить через центральні осі елементів замкового сполучення. Ця площина утворює нейтральну площину вигину стіни, зібраної з U-подібних шпунтових паль

Звичайно шпунтові палі забивають у ґрунт

(13) C2

(11) 56181

(19) UA

ударним і вібраційним методами. Відомо, що забивання паль пов'язане з великою витратою енергії, яка пропорційна опору забиванню шпунтової папі. При існуючих методах забивання паль опір забиванню паль залежить в основному від властивостей ґрунту та від поперечного перетину шпунтової папі.

"Висота" або "глибина" U-подібної шпунтової папі визначається відстанню між площиною, що проходить через центральні осі двох утворюючих замкове сполучення елементів, і зовнішньою стороною поясу папі, а її "корисна ширина" визначається відстанню між центральними осями двох елементів замкового сполучення. Використання шпунтових паль з великою корисною шириною в принципі дозволяє скоротити виробничі витрати, оскільки при цьому для спорудження стіни із заданою довжиною потрібно забити в ґрунт меншу кількість паль. Високі (глибокі) шпунтові папі з меншою товщиною поясу і полиць та з високим моментом опору перерізу повинні, очевидно, мати меншу вартість виготовлення. Саме цим і пояснюється той інтерес, який виявляється до використання широких і глибоких U-подібних шпунтових паль зі зменшеною товщиною поясу та полиць.

В даний час U-подібні шпунтові папі, що випускаються у вигляді стандартних секцій, мають корисну ширину від 400 до 600 мм і відношення "глибини до корисної ширини" від 0,18 до 0,54. У найбільш поширених U-подібних шпунтових паль відношення "глибини до корисної ширини" звичайно дорівнює або більше 0,25 чи навіть більше 0,30. Товщина поясу у таких паль перебуває у межах від 7 до 20 мм, а товщина полиць складає від 6 до 12 мм.

Слід однак підкреслити, що при великому опорі забиванню широкі і глибокі шпунтові папі з невеликою товщиною поясу і полиць швидко втрачають свою стійкість. Саме цим і обумовлена необхідність в обмеженні виникаючих у шпунтових палях при їх забиванні напружень, тобто необхідність у створенні шпунтових паль з низьким, наскільки це можливо, опором забиванню. Якщо на опір забиванню паль зниження товщини поясу і полиць справляє, безсумнівно, позитивний вплив, то збільшення відношення "глибини до корисної ширини" U-подібних шпунтових паль досить негативно впливає на їх опір забиванню.

У цьому зв'язку слід зазначити, що в даному винаході пропонується вирішення, яке дозволяє одночасно зменшити опір забиванню U-подібної шпунтової папі і підвищити її стійкість у процесі використання.

Таке вирішення подане в п. 1 формули винаходу.

Насамперед слід зауважити, що хоча на перший погляд це здається неможливим, у запропонованій у винаході шпунтовій папі зниження опору забиванню досягнуто не за рахунок зменшення товщини її поперечного перетину, а за рахунок збільшення товщини увігнутих кутів папі, розташованих у місцях сполучення поясу з полицями.

Шпунтова паля, що має форму сталевого кутка з підвищеною товщиною увігнутого кута, утвореного її двома стінками, вже була запропонована раніше й описана у ВЕ-А-433704. У цій пу-

блікації особливо підкреслюється, що метою такого стовщення є підвищення міцності кутової ділянки виконаної у вигляді кутка шпунтової папі.

Спеціальні шпунтові папі, описані в FR-A-434497, 1912, який відповідає патенту US 1012124, мають закруглений пояс і два закруглених бічних елементи з дуже невеликою висотою, які сполучені із закругленим поясом і мають елементи замкового сполучення. Такі досить масивні шпунтові папі призначені для роботи на розтягнення і використовуються замість плоских шпунтових паль для спорудження стінок, загальна товщина яких у центрі поясу не перевищує товщину двох з'єднаних один з одним елементів замкового сполучення. Тому такі папі не можна порівнювати з U-подібними шпунтовими палями, до яких відноситься даний винахід. Фактично U-подібні шпунтові папі мають настільки велику глибину, що вони цілком можуть працювати і на вигин. Слід також відзначити, що у більш прийнятному варіанті винаходу, описаному в патенті Франції, закруглений пояс папі виконаний стовщенням у місцях його сполучення з бічними елементами і має по суті плоску зовнішню поверхню по всій своїй ширині. У цьому патенті сказано також, що таке стовщення, розташоване на зовнішньому боці закругленого поясу, істотно збільшує момент інерції і момент опору шпунтової папі, значно збільшує міцність її поперечного перерізу і перешкоджає деформації закругленого поясу під дією тиску.

Такий же ефект від стовщення може бути, очевидно, отриманий і в запропонованій у винаході папі. У запропонованій у винаході U-подібній шпунтовій папі зокрема істотно підвищено опір крутінню. Додатковий матеріал, розташований у з'єднувальних кутах папі, збільшує жорсткість полиць та поясу і знижує небезпеку втрати стійкості. При цьому, крім того, істотно збільшуються повний вигинальний момент у пластичному шарнірі і спроможність профілю до характерного для вигину повороту, що дозволяє за рахунок додаткового використання пластичних деформацій до моменту повного зруйнування помітно збільшити несучу спроможність U-подібної шпунтової папі.

Основна перевага даного винаходу полягає однак у тому, що він дозволяє при заданому поперечному перерізі U-подібної шпунтової папі за рахунок стовщення увігнутих кутів зменшити її опір забиванню. У запропонованій у винаході папі місцеве стовщення увігнутих кутів насамперед дозволяє зменшити кривизну кутових з'єднань поясу папі з її полицями, тобто зробити їх більш розкритими. При забиванні шпунтової папі ударним або вібраційним методом рух часток ґрунту убик від увігнутих кутів відбувається, як очевидно, легше при меншій кривизні кута. Тому при забиванні таких паль помітного ущільнення ґрунту в увігнутих кутах папі не відбувається, що, природно, знижує опір забиванню шпунтової папі. Слід підкреслити, що найбільший ефект це дає при забиванні паль у піщані ґрунти.

Виявляється, що найкращі з точки зору зниження опору забиванню шпунтової папі результати можна одержати у тому випадку, якщо сполучні поверхні, розташовані у зазначених увігнутих кутах, виконати циліндричними і по суті дотичними

до відповідних площин поясу та полиці. Таке вирішення, однак, не є єдиним і не виключає можливості виконання увігнутих сполучних поверхонь з іншим профілем, окресленим будь-якою іншою кривою, що дотикається чи не дотикається до відповідних сторін поясу та полиці, або навіть багатокутником чи просто самою площиною, при цьому, як очевидно, кривизна цього профілю повинна бути достатньо великою для того, щоб при забиванні палі частки ґрунту відносно легко зміщувалися убік від увігнутих кутів.

Досліди, проведені при забиванні паль у стандартний піщаний ґрунт, показали, що енергія, що витрачається на забивання паль, починає помітно знижуватися у тому випадку, коли сполучна поверхня увігнутих кутів палі виконана у вигляді дотичної до відповідних поверхонь поясу та полиці циліндричної поверхні з радіусом 75 мм. Отриманий результат дозволяє зробити висновок про те, що для значного зниження тривалості забивання палі її стовщення повинно бути виконане таким чином, щоб увігнуті кути в місцях сполучення поясу з полицями були розкритими і окресленими дотичним до сторін кута колом з радіусом, дорівнюючим щонайменше 75 мм. Якщо говорити про розміри такого стовщення, то можна відзначити, наприклад, що місцеве стовщення палі повинне бути принаймні достатнім для того, щоб уявна циліндрична поверхня, радіус якої дорівнює щонайменше 75 мм і яка дотикається до двох площин, що утворюють увігнутий кут, який з'єднує відповідні поверхні поясу і полиці при відсутності такого стовщення, була цілком розташована усередині цього стовщення між дотичними генератрисами увігнутого кута.

Слід відзначити, що випуклі кути в місцях сполучення поясу палі з її полицями переважно виконуються з незначним закругленням (радіус закруглення звичайно не перевищує 25 мм), що дозволяє за рахунок концентрації максимальної кількості металу у зовнішній частині полиць максимально збільшити момент інерції профілю.

Слід також відзначити й те, що у більш прийнятному варіанті запропонована у винаході шпунтова паля являє собою сталеву шпунтову палю, виготовлену гарячим прокатуванням.

Нижче винахід більш докладно описаний на прикладі більш прийнятного варіанта виконання шпунтової палі з посиланням на креслення, що додаються, на яких показано

на фіг 1 - половина поперечного перетину палі

і

на фіг 2 - ділянка сполучення поясу з полицею шпунтової палі, показаної на фіг 1, у збільшеному масштабі

На фіг 1 показана половина поперечного перетину запропонованої у винаході U-подібної шпунтової палі. Друга половина палі виконана строго симетричною показаній на кресленні половині відносно площини симетрії, позначеної на кресленні позицією 8. Ця шпунтова паля має по суті плоский пояс 10, перпендикулярний площині 8 симетрії поперечного перетину палі. Пояс 10 палі сполучений з двома по суті плоскими полицями 12, тільки одна з яких (ліва) показана на фіг 1. Кожна така полиця 12 має елемент 14 замкового сполучення, яким ця полиця більш-менш міцно з'єднується з

аналогічним елементом іншої шпунтової палі. Центральна вісь елемента 14 замкового сполучення, що проходить перпендикулярно площині креслення, позначена на кресленні позицією 15. Слід також відзначити, що пояс 10 у цілому має по суті більшу товщину, ніж полиця 12.

У показаній на кресленні шпунтової палі гострий кут α , утворений між полицями і площиною, паралельною поясу, становить біля 74° . Очевидно, що величина цього кута може бути як меншою, так і більшою. Звичайно в шпунтових палях, до яких відноситься винахід, кут α становить від 40 до 80° .

У подальшому розташовані на зовнішньому боці шпунтової палі кути, один з яких показаний на фіг 1 стрілкою і позначений позицією 16, а інший симетричний йому такий самий кут на кресленні не показаний, називаються "випуклими кутами, утвореними сполученнями поясу з полицями" (або просто "випуклими кутами"), а розташовані на внутрішньому боці шпунтової палі кути, один з яких показаний на кресленні стрілкою і позначений позицією 18, а інший симетричний йому такий самий кут на кресленні не показаний, називаються "увігнутими кутами, утвореними сполученнями поясу з полицями" (або просто "увігнутими кутами").

Випуклі кути 16 з'єднують плоскі зовнішні поверхні 20 полиць 12 із зовнішньою поверхнею 22 поясу 10 (див також фіг 2). Ці випуклі кути закруглені за радіусом і мають радіус кривизни "r", який обмежений умовами прокатування і/або умовами безпеки (відсутність гострих кромek). Звичайно радіус "r" перебуває в інтервалі від 10 до 25 мм. Чим меншою буде величина радіуса "r", тим більшим буде момент опору профілю при вигині.

З метою зменшити опір забиванню шпунтової палі в ґрунт у винаході пропонується за рахунок місцевого стовщення палі істотно зменшити кривизну її увігнутих кутів 18. Модернізована таким чином звичайна U-подібна шпунтова паля докладно показана на фіг 2. Форма увігнутого кута між поясом і полицею звичайної шпунтової палі показана на цьому кресленні пунктирною лінією (див пунктирну лінію 24 на фіг 2). Увігнутий кут 24 звичайної палі окреслений колом, а його радіус кривизни визначається технологічними особливостями процесу прокатки і приблизно дорівнює радіусу "r" випуклого кута 16. Виконане в цьому куті місцеве стовщення, яке дозволяє зменшити кривизну увігнутого кута 24 і зробити його більш розкритим, зображене на цьому кресленні у вигляді заштрихованої ділянки 26. Розміри цього стовщення 26 визначають профіль увігнутої сполучної поверхні 30. Слід відзначити, що симетричний увігнутий кут палі має таку ж форму.

У шпунтової палі, показаної на фіг 1 і 2, увігнута сполучна поверхня 30 виконана у вигляді циліндричної сполучної поверхні, що дотикається до плоскої внутрішньої поверхні поясу 10 і плоскої внутрішньої поверхні 34 полиці 12. Завдяки показаному на фіг 2 стрілками 36 вільному руху часток ґрунту уздовж сполучної поверхні 30 в увігнутому куті 18 палі не відбувається істотного ущільнення ґрунту, яке перешкоджає забиванню U-подібної шпунтової палі.

Досліди, проведені при забиванні паль у стан-

дартний піщаний ґрунт, показали, що енергія, що витрачається на забивання паль, починає помітно знижуватися у тому випадку, коли поверхні, що з'єднують пояс паль з її полицями і розташовані в увігнутих кутах паль, виконані у вигляді дотичної до відповідних поверхонь поясу та полиці циліндричної поверхні з радіусом 75мм. На фіг 2 такий "мінімальний" профіль сполучної поверхні, окресленої дугою кола, показано у вигляді штрих пунктирної лінії 38. Дуга 38 кола, дотичного до двох площин 32, 34, що утворюють увігнутий кут у місці сполучення поясу з полицею за відсутності стовщення 26, визначає мінімальну товщину стовщення увігнутих кутів, яка забезпечує значне зниження енергії, що витрачається на забивання паль. Слід зазначити, що при збільшенні товщини стовщення аж до сполучної поверхні 30 не тільки відбувається подальше зниження опору паль забиванню, але і збільшується повний вигинальний момент у пластичному шарнірі, а також зростає здатність профілю до характерного для вигину повороту. Позицією 40 на кресленні показаний багатокутник, що утворює сполучну поверхню, розташовану між поверхнею 30 і поверхнею 38, яка відповідає мініальному потовщенню кута.

Необхідно особливо підкреслити, що описана

шпунтова паля багато в чому відрізняється від звичайних U-подібних шпунтових паль, зокрема

а) меншим опором забиванню, який стає особливо низьким при забиванні паль у піщані ґрунти ударним або вібраційним методом,

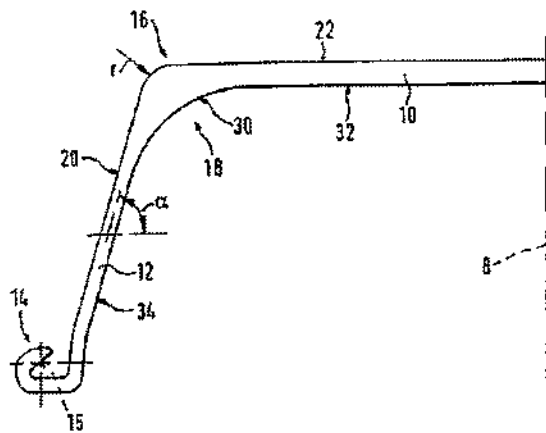
б) значним збільшенням повного вигинального моменту у пластичному шарнірі і здатності профілю до характерного для вигину повороту, що при одночасному зменшенні опору забиванню дозволяє істотно підвищити ефективність процесу забивання паль,

в) більш високим опором крутінню,

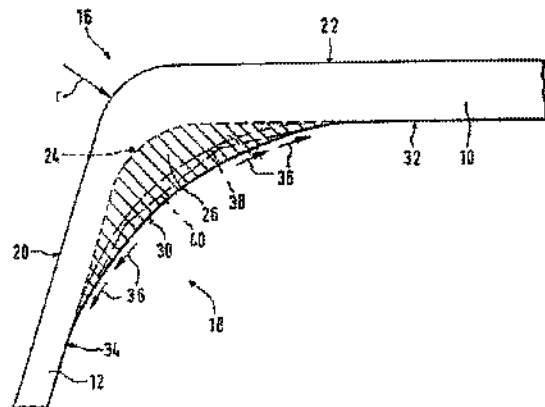
г) добрим відношенням "пружного моменту опору перетину до ваги" загородження, утвореного з таких шпунтових паль за рахунок можливого зменшення товщини полиці та поясу поза з'єднуючими їх одне з одним ділянками,

д) кращою передачею зусиль у несучих загородженнях, що мають огорожувальні конструкції і/або анкерні плити

На завершення слід зазначити, що запропонована в даному винаході шпунтова паля, яка забивається в ґрунт ударним або вібраційним способом, найбільш придатна для роботи у складних умовах



Фиг. 1



Фиг. 2