



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 54424

(13) C2

(51) 7 E02D5/04

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

(54) Z-ПОДІБНА ШПУНТОВА ПАЛЯ З ВИСОКИМ МОМЕНТОМ ОПОРУ

1

2

(21) 98116161

(22) 13 01 1997

(24) 17 03 2003

(86) PCT/EP97/00125, 13 01 1997

(31) 88 747

(32) 24 04 1996

(33) LU

(46) 17 03 2003, Бюл. № 3, 2003 р.

(72) Бурдукс Мішель, LU

(73) ПРОФІЛАРБЕД С А, LU

(56) US, 1831427, A, 10 November 1931

(57) 1 Гарячекатана Z-подібна шпунтова паля, що складається з двох полиць із по суті паралельними зовнішніми сторонами та похилої стінки, сполученої з двома полицями, яка розташована під гострим кутом $\alpha \leq 75^\circ$ с до площини, паралельної зовнішнім сторонам полиць, і обмежена між місцями її сполучення з полицями двома по суті паралельними сторонами, яка відрізняється тим, що кожна з двох полиць має збільшуючу її протяжність ділянку, яка виступає за уявну площину, що збігається з плоскою поверхнею, яка розташована на тій самій її стороні, що й зовнішня сторона відповідної полиці

2 Шпунтова паля за п 1, яка відрізняється тим, що стінка сполучена з кожною виступною ділянкою полиці місцевим стовщенням стінки, яке дозволяє уникнути утворення увігнутого кута між відповідною ділянкою полиці і стінкою

3 Шпунтова паля за п 2, яка відрізняється тим, що виступна ділянка полиці обмежена першою

площиною, яка є продовженням плоскої сторони відповідної полиці, другою площиною, яка по суті є перпендикулярною першій площині, і випуклою циліндричною з'єднувальною поверхнею, яка з'єднує першу площину з другою площиною

4 Шпунтова паля за п 3, яка відрізняється тим, що друга площина сполучена з відповідною плоскою стороною стінки, увігнутої циліндричною з'єднувальною поверхнею

5 Шпунтова паля за будь-яким з пп 1 - 4, яка відрізняється тим, що вона має наступні параметри

а) момент опору на одиницю довжини стіни $\geq 4800 \text{ см}^3/\text{м}$,

б) питомий момент опору біля 20 ($\text{см}^3/\text{см}$) ($\text{кг}/\text{м}^2$)

6 Шпунтова паля за будь-яким з пп 1 - 5, яка відрізняється тим, що вона має наступні параметри

а) товщину полиць приблизно від 19 до 20 мм,

б) ширину полиць $\geq 200 \text{ мм}$,

в) висоту палі $\leq 500 \text{ мм}$

7 Шпунтова паля за будь-яким з пп 1 - 6, яка відрізняється тим, що її стінка розташована під гострим кутом α , що дорівнює по суті 71° , до площини, паралельній зовнішнім сторонам полиць

8 Шпунтова паля за будь-яким з пп 1 - 7, яка відрізняється тим, що кожна з її полиць має з'єднувальний захват

9 Шпунтова паля за будь-яким з пп 1 - 8, яка відрізняється тим, що кожна з її полиць має з'єднувальний захват типу LARSEN

Даний винахід відноситься до Z-подібної шпунтової палі з високим моментом опору

Z-подібні шпунтові палі відомі досить давно. Вони мають похилу стінку, сполучену з двома по суті паралельними полицями. Кожна полиця має з'єднувальний захват, який при його сполученні з аналогічним захватом сусідньої шпунтової палі використовується для сполучення палі одна з одною в одну несучу стіну. В такій стіні у зібраних одна з одною Z-подібних палей полиці виявляються розташованими по суті паралельно одна одній на

однаковій відстані від нейтральної площини вигину стіни. Добуток, отриманий множенням моменту опору стіни відносно цієї нейтральної площини на максимально припустиме напруження матеріалу палі, визначає максимальний згинальний момент, який може витримати стіна

Під "моментом опору на одиницю довжини" стіни, що складається із шпунтових палей, розуміють момент опору стіни відносно нейтральної площини вигину на погонний метр стіни. Під "питомим моментом опору" або "показником несучої

(13) C2

(11) 54424

(19) UA

спроможності" стіни, що складається із шпунтових паль, розуміють момент опору стіни на одиницю довжини, поділеної на масу квадратного метра стіни. Під "стіною, що складається із шпунтових паль" в описі розуміють стіну, яка складається зі сполучених одна з одною Z-подібних шпунтових паль по суті з паралельними і розташованими на однакових відстанях від нейтральної площини вигину стіни полицями.

Фірма ProfilARBED S A (Люксембург) нині випускає Z-подібну шпунтову палю марки "AZ36", у якої момент опору складає 3600 см^3 на погонний метр стіни. Маса палі марки AZ36 становить 194 кг на м^2 , а питомий момент опору відповідно дорівнює $18,6 (\text{см}^3/\text{м}) (\text{кг}/\text{м}^2)$. Така палля має з'єднувальні захвати типу LARSEN і стінку, яка під кутом, дорівнюючим приблизно 63° , нахилена до площини, паралельної полицям. Фірма ProfilARBED S A (Люксембург) випускає також Z-подібну шпунтову палю марки "BZ42" з моментом опору, дорівнюючим 4200 см^3 на погонний метр стінки, і масою, дорівнюючою $271 \text{ кг}/\text{м}^2$, і тому з меншим питомим моментом опору, дорівнюючим $15,5 (\text{см}^3/\text{м}) (\text{кг}/\text{м}^2)$. Така шпунтова палля має з'єднувальні захвати типу BELVAL і стінку, яка під гострим кутом, дорівнюючим приблизно $83,5^\circ$, нахилена до площини, паралельної полицям. Нині випускаються й інші Z-подібні шпунтові палі, у яких момент опору доходить до 4550 см^3 на погонний метр стіни. Однак такі палі з більш високим моментом опору являють собою надто важкі секції з дуже великою вагою на квадратний метр стінки і тому з дуже низьким питомим моментом опору. Очевидно, що чим менший у палі питомий момент опору, тим вищою є собівартість стінки.

Головні причини, з яких зараз не випускаються шпунтові палі з моментом опору, більшим 4550 см^3 , полягають у наступному:

А) Найчастіше це пов'язане з існуючими обмеженнями на максимальну товщину полиць. Ці обмеження пов'язані з тим, що при прокатуванні шпунтових паль на прокатному стані під час останнього проходу їхні полиці згинаються і на них утворюються з'єднувальні захвати, зокрема захвати типу LARSEN. Зігнути полиці, що мають велику товщину, на існуючих прокатних станах досить складно. Інакше кажучи, нині не існує промислового способу прокатування паль з маючими захватами типу LARSEN полицями товщиною понад 20 мм .

Б) Існують також обмеження і на максимальну довжину полиць та на максимальну відстань між зовнішніми поверхнями полиць (висота перетину палі). Ці обмеження пов'язані з тим, що при заданому куті нахилу стінки від ширини полиці і висоти перетину залежить розмір усієї палі, а отже і ширина валків клітей стану. Нині ширина цих валків обмежена шириною клітей існуючих прокатних станів. При прокатуванні шпунтових паль з високим моментом опору на існуючих прокатних станах розмір палі між осями розташованих на її полицях захватів повинен бути менше фактичної ширини клітей прокатного стану.

В) Зменшення ширини прокатування може бути досягнуте за рахунок збільшення гострого кута нахилу стінки палі до площини, паралельної полицям (кута нахилу стінки). Проте зі збільшенням

цього кута до 90° зростає й опір, який доводиться переборювати при забиванні палі. Тому з причин, що пов'язані з особливостями використання шпунтових паль, рекомендується, щоб кут нахилу стінки не перевищував 75° .

Використовуючи комп'ютер із закладеною в нього спеціальною програмою оптимізації розмірів палі, були розраховані вказані вище оптимальні параметри шпунтової палі типу AZ з максимальним моментом опору, дорівнюючим 4400 см^3 на погонний метр стінки. У розрахованій в такий спосіб палі типу AZ товщина стінки дорівнює 15 мм , маса складає $229 \text{ кг}/\text{м}^2$, а питомий момент опору дорівнює $19,21 (\text{см}^3/\text{м}) (\text{кг}/\text{м}^2)$. З урахуванням вказаних вище обмежень момент опору у 4400 см^3 є граничним для Z-подібної шпунтової палі. Подальше збільшення товщини стінки в принципі можливе, проте таке вирішення при незначному збільшенні моменту опору призведе до помітного зниження питомого моменту опору палі.

Виходячи з вищевикладеного, в основу даного винаходу було покладено завдання знайти таке вирішення, яке дозволило б у ще більшій мірі збільшити момент опору гарячекатаної Z-подібної шпунтової палі без зниження її питомого моменту опору та без збільшення ширини клітей прокатного стану.

Для вирішення цього завдання у винаході пропонується Z-подібна шпунтова палля, основні відмінні особливості конструкції якої зазначені у головному пункті формули винаходу.

Говорячи про існуючий рівень техніки, слід також відзначити, що розташовані у точках сполучення полиць зі стінкою виступи, які нині вже відомі та описані, зокрема в US 1831427 і FR A-686816, принципово відрізняються від виступів, які є у запропонованій у винаході палі. У патенті US 1831427 описані спеціальні Z-подібні шпунтові палі, які дозволяють разом із проміжними плоскими листами створити суцільну шпунтову стіну. Спеціальні палі, описані в цьому патенті, більше аналогічних паль, виготовлених з чавуну. Стінка у цих паль розташована під кутом, близьким до 90° , до площини, паралельної зовнішнім площинам полиць. У точках сполучення стінки з полицями в цих пальях розташовані ребра, припливи, буртики або виступи, які є частиною самої палі або сполучені з нею відповідним способом. Єдине призначення цих ребер, припливів, буртиків або виступів полягає у тому, що вони використовуються як з'єднувальні елементи і входять у пази, що мають відповідну форму, які передбачені у проміжних плоских листах. Наявність таких з'єднувальних лаштувань дозволяє закріпити проміжні плоскі листи між двома Z-подібними пальями, утворивши тим самим з них суцільну шпунтову стіну. У патенті FR A-686816 описані U-подібні шпунтові палі невеликої висоти, які мають посилені ділянки, розташовані у місцях сполучення стінки з полицями. У зібраних одна з одною таких пальях ці посилені ділянки, розташовані безпосередньо перед отвором у захваті першої палі, разом із внутрішньою частиною цього захвата утворюють з'єднувальний елемент, який взаємодіє із зовнішньою частиною захвата, розташованого на другій шпунтовій палі.

Запропонована у винаході гарячекатана Z-

подібна шпунтова паля, так само як і всі інші гарячекатані Z-подібні палі, має дві полиці з по суті паралельними зовнішніми сторонами і сполучену з ними похилу стінку. Ця стінка утворює гострий кут, менший або дорівнюючий 75° , із площиною, паралельною зовнішнім сторонам полиць, і обмежена між місцями її сполучення з полицями двома по суті плоскими поверхнями. Запропонована у винаході гарячекатана шпунтова паля відрізняється від звичайної гарячекатаної палі головним чином тим, що кожна з двох її полиць має збільшуючу її ширину ділянку, яка виступає за уявну площину, що збігається з плоскою поверхнею стінки, розташованою на тій самій її стороні, що й зовнішня сторона відповідної полиці.

Перевага запропонованої у винаході шпунтової палі полягає у тому, що при незначному збільшенні витрати матеріалу і отже при невеличкому збільшенні маси палі, що припадає на квадратний метр стіни, у неї за рахунок значного збільшення моменту опору збільшується і питомий момент опору. Особливо необхідно підкреслити, що збільшення моменту опору палі досягнуто без збільшення ширини кінці прокатного стану, без збільшення товщини полиць при можливому збільшенні їхньої корисної ширини. Запропоноване вирішення дозволяє підвищити міцність кутів палі у місцях сполучення полиць із зовнішньою стороною стінки і отже понизити можливість пошкодження цих критичних ділянок палі при її забиванні у ґрунт. Таке зміцнення кутів палі, що забезпечує її більш високу корозійну стійкість при низьких рівнях ґрунтових вод, є дуже суттєвим моментом, оскільки в місцях сполучення стінки з полицями Z-подібні палі більше, ніж U-подібні палі, зазнають впливу корозії. Необхідно також відзначити, що у запропонованої у винаході палі полиці мають великі за площею несучі поверхні (зовнішні сторони фланців), до яких примикають обгороджувальні елементи анкерних плит, та що у запропонованій палі забезпечується краща передача анкерних зусиль від полиць до стінки та від стінки до полиць.

Крім того, слід відзначити, що запропоноване у даному винаході вирішення дозволяє створити шпунтові палі, які мають наступні параметри:

товщину полиць приблизно від 19 до 20 мм,
ширину полиць ≥ 200 мм,
висоту палі ≤ 500 мм,
момент опору на одиницю довжини стіни $\geq 4800 \text{ см}^3/\text{м}$,
питомий момент опору приблизно $20 (\text{см}^3/\text{м})$ ($\text{кг}/\text{м}^2$).

Нижче винахід більш докладно пояснюється на прикладі більш прийнятного варіанта виконання запропонованої у винаході шпунтової палі з посиленням на креслення, що додаються, на яких показано:

на фіг 1 - поперечний перетин запропонованої у винаході палі та

на фіг 2 - у збільшеному масштабі місце сполучення полиці палі за фіг 1 із її стінкою.

Показана на фіг 1 Z-подібна шпунтова паля, як і усі Z-подібні шпунтові палі, має дві полиці 12', 12" з по суті паралельними зовнішніми сторонами 14', 14" і сполучену з ними похилу стінку 10. Стінка 10 утворює гострий кут α з площиною 16, яка розта-

шована паралельно зовнішнім сторонам 14', 14" полиць 12', 12". Стінка має меншу порівняно з полицями 12', 12" товщину і обмежена між місцями її сполучення з полицями 12', 12" двома по суті плоскими та паралельними сторонами 18', 18".

Кожна з полиць 12', 12" має з'єднувальний захват 20', 20". Як такі захвати використовуються захвати типу LARSEN, які разом з аналогічними захватами сусідніх палей утворюють у шпунтовій стіні сполучення типу LARSEN.

Розміри показаної палі були вираховані на комп'ютері за спеціальною програмою оптимізації, що дозволяє при різних обмеженнях, згаданих у вступній частині опису, визначити оптимальні розміри палі з високим моментом опору.

В результаті таких розрахунків була обрана паля з наступними розмірами:

висота перетину палі (відстань між зовнішніми сторонами полиць)	$h = 482 \text{ мм}$
ширина кожної полиці 12', 12"	$a \approx 208 \text{ мм}$
товщина стінки 10	$t_1 = 15 \text{ мм}$
товщина кожної полиці 12', 12"	$t_2 = 19 \text{ мм}$
кут нахилу стінки 10	$\alpha = 71^\circ$

У шпунтової палі, що має такі розміри, момент опору склав 4400 см^3 на одиницю довжини стіни, зібраної з таких палей із розташованими паралельно та на однакових відстанях від нейтральної площини вигину стіни зовнішніми сторонами 14', 14" полиць 12', 12". Питомий момент опору такої шпунтової стіни виявився дещо меншим $20 (\text{см}^3/\text{м})$ ($\text{кг}/\text{м}^2$).

У винаході було поставлено також завдання подальшого збільшення моменту опору шпунтової палі із зазначеними вище та отриманими в результаті оптимізації розмірами.

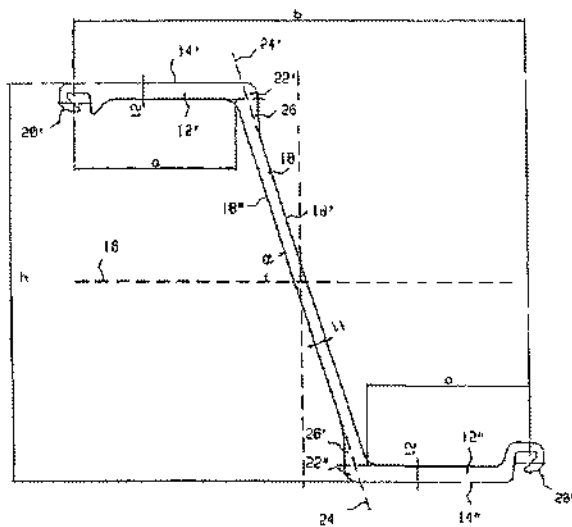
Це завдання було вирішене за рахунок виконання на кожній з двох полиць 12', 12" палі збільшуючої її протяжності ділянки 22', 22", яка виступає за уявну площину 24', 24", що проходить через плоску зовнішню сторону 18', 18" стінки, розташованої на тій самій стороні, що й зовнішня сторона 14', 14" відповідної полиці. З'єднувальна поверхня 25, яка розташована на краю полиці 12' звичайної Z-подібної палі, показана на фіг 2 пунктирною лінією. Ця з'єднувальна поверхня 25 виконана закругленою, а зовнішня сторона 14' полиці 12' і зовнішня сторона 18' стінки 10 розташовані до неї за дотичною.

Показана на фіг 2 стінка 10 сполучена з виступаючою ділянкою 22' полиці місцевим стовщенням 26' стінки 10, що дозволяє уникнути утворення увігнутого кута між виступом 22' полиці і стінкою 10. Стовщення 26' стінки 10 дещо знижує питомий момент опору палі, проте воно полегшує процес прокатування палі та усуває деформації виступаючої ділянки 22' полиці під час забивання палі. Наявність такого стовщення сприяє кращій передачі анкерних зусиль від полиць 12', 12" до стінки 10 та від стінки до полиць.

На фіг 2 показано, що виступна ділянка 22' полиці обмежена першою площиною 30, яка є продовженням плоскої сторони 14' полиці 12', другою площиною 34, яка по суті є перпендикулярною згаданий першій площині 30, та випуклою циліндричною з'єднувальною поверхнею 32, яка з'єднує

згадану першу площину 30 із згаданою другою площиною 34. Стовщення 26' стінки 10 далі обмежує увігнуту циліндричну з'єднувальну поверхню 36, яка з'єднує сторону 18' стінки 10 із згаданою другою площиною 34 виступаючої ділянки 22' полиці. Така форма виступаючих ділянок 22' і 22'' полиці виготовлюваної прокатуванням палі є оптимальною з технологічної точки зору.

У палі, показаної на фіг. 1, випукла циліндрична з'єднувальна поверхня 32 має радіус 15мм, а радіус увігнутої циліндричної з'єднувальної поверхні 36 становить 125мм. Момент опору на одиницю довжини оптимізованої у такий спосіб шпунтової палі з виступаючими ділянками 22', 22'' полиці складає $4800 \text{ см}^3/\text{м}$ і приблизно на 9% перевищує момент опору палі, у якій полиці не мають таких виступаючих ділянок 22', 22''. Питомий момент

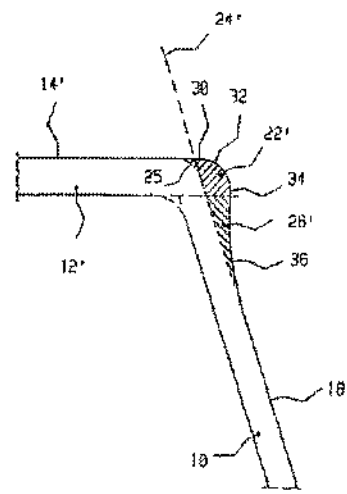


Фіг.1

опору палі з виступаючими ділянками 22', 22'' полиці складає приблизно $20(\text{см}^3/\text{м})$ ($\text{кг}/\text{м}^2$).

Слід відзначити, що прокатування палі з виступаючими ділянками 22', 22'' полиці не пов'язане ні з якими додатковими проблемами і не потребує зокрема ніякого збільшення ширини клітей прокатного стану, що робить застосування винаходу особливо прийнятним для використання палі з великими розмірами поперечного перетину.

Варто зазначити, що винахід ніяким чином не обмежений описаною вище конструкцією шпунтової палі і може бути з успіхом поширений на Z-подібні шпунтові палі найрізноманітніших розмірів, у яких момент опору на одиницю довжини менше або більше $4800 \text{ см}^3/\text{м}$, а також на палі з іншими з'єднувальними захватами, відмінними від захватів типу LARSEN.



Фіг.2