



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130665** (13) **C2**
(51) МПК (2026.01)

B21H 3/12 (2006.01)

B29C 39/00

B29C 59/14 (2006.01)

B21D 15/04 (2006.01)

B23K 9/013 (2006.01)

B23K 9/04 (2006.01)

B23K 10/00

B21C 37/26 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2023 04543**

(22) Дата подання заявки: **25.09.2023**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **09.04.2026**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **26.03.2025, Бюл.№ 13**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **08.04.2026, Бюл.№ 14**

(72) Винахідник(и):

**Васильків Василь Васильович (UA),
Марущак Павло Орестович (UA)**

(73) Володілець (володільці):

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ,**

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

Васильків В.В. Применение воздушно-плазменной резки при изготовлении винтовых и шнековых заготовок деталей типа шнеков // В.В. Васильків / Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2014. - № 2. - С. 39-47

Васильків В. В. Технології виготовлення комбінованих шнекових заготовок із секційних та секційно-зварних гвинтових заготовок / В. В. Васильків // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2013. - Вип. 133. - С. 194-199

Сом А.И. Восстановление шнеков экструдеров и термопластавтоматов плазменно-порошковой наплавкой // А.И. Сом / Автоматическая сварка. – 2019. - № 4. - С. 35-41

RU 2595185 C2, 20.08.2016

EP 1702706 A1, 20.09.2006

JP 2003103364 A, 08.04.2003

CN 2621871 Y, 30.06.2004

SU 1680459 A1, 30.09.1991

Features of using air-plasma cutting technology for manufacturing of helical flights and auger billets / Vasyl Vasylkiv // Scientific Journal of TNTU. - Tern.: TNTU, 2023. - Vol 110. - No 2. - P. 23-32

UA 130665 C2

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ШНЕКОВОЇ ЗАГОТОВКИ

(57) Реферат:

Даний винахід належить до технології машинобудування і може використовуватись для виготовлення шнекових заготовок із чавунів, легованих корозійностійких та жароміцних металів і сплавів у виробництві шнеків екструдерів та термопластавтоматів, шнекових бурів, робочих органів гвинтових конвеєрів. Заявлений спосіб виготовлення шнекової заготовки здійснюють шляхом повітряно-плазмового різання за гвинтовою траєкторією матеріалу штучної заготовки з отриманням витків і гвинтової канавки утвореної проміжної шнекової заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку, направлено дотично до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю такої гвинтової канавки. Одночасно з повітряно-плазмовим різанням штучної заготовки виконують за гвинтовою траєкторією наплавлення зміцнюючим твердосплавним матеріалом нагрітої внаслідок повітряно-плазмового різання зовнішньої крайки утворених витків проміжної шнекової заготовки. Винахід полягає у спрощенні структури технологічного процесу, зменшенні потреб у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванні, зменшенні витрат часу на реалізацію такого способу, а також у забезпеченні отримання шнекових заготовок підвищеної якості через підвищення зносостійкості її зовнішньої крайки та меншої ймовірності виникнення кристалізаційних і холодних тріщин у наплавленому шарі на її зовнішній крайці витка.

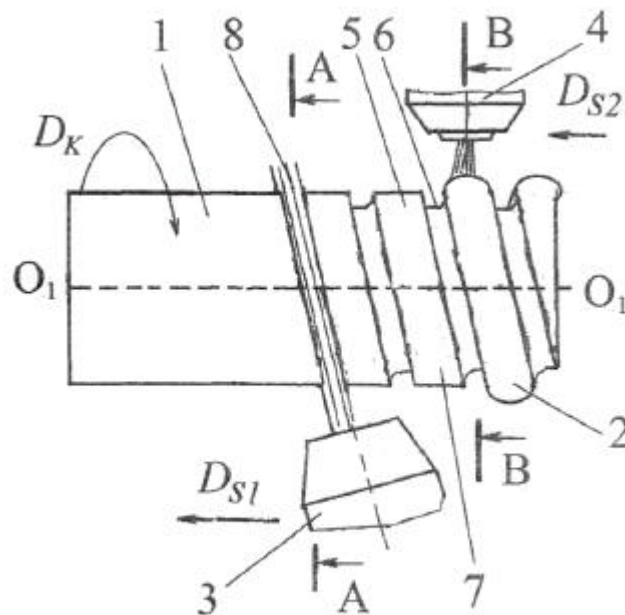


Fig. 1

Винахід належить до технології машинобудування і може використовуватись для виготовлення шнекових заготовок із чавунів, легованих корозійностійких та жароміцних металів і сплавів у виробництві шнеків екструдерів та термопластавтоматів, шнекових бурів, робочих органів гвинтових конвеєрів.

Відомий спосіб виготовлення шнекової заготовки, за яким виконують наплавлення зміцнюючим твердосплавним матеріалом зовнішньої крайки витків шнекової заготовки (Патент України № 49615, кл. МПК (2009) B23K 9/04, B23P 6/00, опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9).

Недоліком вказаного способу є необхідність у попередньому нагріванні витка до температур порядку 300-500 °С. Так як виток є тонкостінним елементом конструкції шнекової заготовки, то степінь нагрівання та тепловіддачі зовнішньої крайки витка та частини витка, яка спряжена з дном гвинтової канавки і прилягає до опорного елемента такої заготовки, є різними, що впливає на структуру матеріалу та, як наслідок, на якість отриманої заготовки. Тобто швидкий нагрів матеріалу зовнішньої крайки витка при холодній сусідній ділянці витка, що прилягає до дна гвинтової канавки, призводить до виникнення тріщин і напружень, що спричиняють поломку гвинтового виробу при експлуатації. Це також обмежує номенклатуру зміцнювальних матеріалів, які можуть використовуватись для наплавлення через необхідність у більших температурах попереднього підігріву внаслідок їх схильності до утворення тріщин. Крім цього збільшення вмісту вуглецю та легуючих елементів в основному металі вимагає збільшення температури попереднього підігріву. Крім цього недоліком є складна структура технологічного процесу, значні потреби у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванні, значні витрати часу на реалізацію такого способу, значна працемісткість та низька продуктивність технологічного способу через наявність окремої операції наплавлення витків шнекової заготовки.

Відомий спосіб виготовлення шнекової заготовки, за яким здійснюють за гвинтовою траєкторією повітряно-плазмове різання штучної заготовки з отриманням витків і гвинтової канавки утвореної проміжної шнекової заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку, дотичного до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю такої гвинтової канавки (Features of using air-plasma cutting technology for manufacturing of helical flights and auger billets / Vasyl Vasykiv // Scientific Journal of TNTU. - Tern.: TNTU, 2023. - Vol 110. - No 2. - P. 23-32).

Недоліком вказаного способу є низька якість таких заготовок через низьку зносостійкість зовнішньої крайки витків такої заготовки та виникнення тріщин у поверхневих шарах зони термічного впливу.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення способу виготовлення шнекової заготовки для спрощення структури технологічного процесу, зменшення потреб у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванні, зменшення витрат часу на реалізацію такого способу, а також зменшення ймовірності виникнення тріщин та підвищення зносостійкості витків шнекової заготовки шляхом реалізації способу виготовлення шнекової заготовки, за яким здійснюють за гвинтовою траєкторією повітряно-плазмове різання штучної заготовки з отриманням витків і гвинтової канавки утвореної проміжної шнекової заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку, дотичного до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю такої гвинтової канавки, причому одночасно з повітряно-плазмовим різанням штучної заготовки виконують за гвинтовою траєкторією наплавлення зміцнюючим твердосплавним матеріалом нагрітої внаслідок повітряно-плазмового різання зовнішньої крайки утворених витків проміжної шнекової заготовки.

На фіг. 1 зображена схема реалізації способу, на фіг. 2 - переріз А-А на фіг. 1, на фіг. 3 - переріз В-В на фіг. 1.

Штучну заготовку 1, яка виконана у вигляді порожнистого чи суцільного вала, встановлюють в спеціальному пристосуванні (не показано) з можливістю обертання D_k навколо власної осі O_1-O_1 . Для виготовлення шнекової заготовки 2 одночасно використовують плазмотрон 3 для повітряно-плазмового різання та інструмент 4 для наплавлення, які розміщені з можливістю здійснення, відповідно, рухів D_{s1} і D_{s2} відносно поздовжньої осі штучної заготовки 1.

У процесі виготовлення згаданої шнекової заготовки здійснюють повітряно-плазмове різання за гвинтовою траєкторією штучної заготовки 1 з утворенням витків 5 і гвинтової канавки 6 утвореної проміжної шнекової заготовки 7 за допомогою повітряно-плазмового потоку 8, дотичного до концентричної поверхні, яка огинає западину 9 профілю гвинтової канавки 6 шнекової заготовки 1.

Повітряно-плазмове різання відбувається шляхом проплавлення та видалення розплавленого матеріалу з порожнини різі повітряно-плазмовим потоком 8.

Гвинтову траєкторію для повітряно-плазмового різання отримують внаслідок реалізації кінематичної суми лінійного поздовжнього руху D_{s1} та обертального D_k рухів, відповідно,

плазмотрона 3 та штучної заготовки 1. Для попередження розтікання наплавленого матеріалу наплавлення здійснюють зі зміщенням із zenіту α .

Внаслідок повітряно-плазмового різання штучної заготовки витки 5 та гвинтова канавка 6 утвореної проміжної шнекової заготовки 7 нагріваються до високої температури, що створює сприятливі умови для наплавлення зовнішньої крайки таких витків твердосплавним матеріалом 10.

Тому одночасно з різанням повітряно-плазмовим потоком штучної заготовки виконують за гвинтовою траєкторією наплавлення зміцнюючим твердосплавним матеріалом 10 нагрітої внаслідок такого різання зовнішньої крайки утворених витків 5 проміжної шнекової заготовки 7.

Гвинтову траєкторію для наплавлення отримують внаслідок реалізації кінематичної суми лінійного поздовжнього руху D_{S2} інструменту для наплавлення та обертального D_k руху штучної заготовки.

Новизна заявленого способу полягає в одночасному виконанні процесів повітряно-плазмового різання штучної заготовки з утворенням витків та гвинтової канавки та наплавлення зміцнюючим твердосплавним матеріалом зовнішньої крайки таких витків. При цьому ефективність реалізації останнього процесу зумовлена використанням теплового ефекту від згаданого суміжного процесу.

Кінематика реалізації процесу наплавлення залежить від особливостей реалізації повітряно-плазмового різання з огляду на необхідність одночасного забезпечення обох переміщень за гвинтовими траєкторіями.

У заявленому способі задачу спрощення структури технологічного процесу, зменшення потреб у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванні, зменшення витрат часу на реалізацію такого способу (час на зняття отриманої проміжної шнекової заготовки, транспортування, нагрівання, встановлення проміжної шнекової заготовки для наплавлення її зовнішньої крайки витків) вирішена за рахунок підвищення коефіцієнта концентрації операцій шляхом одночасного виконання на одному устаткуванні двох процесів. Це сприяє підвищенню продуктивності праці. Таким чином відпадає необхідність в окремих операціях повітряно-плазмового різання для отримання проміжної шнекової заготовки, термічної операції нагрівання її витків до температури не менше 400...500 °C та операції наплавлення зовнішньої крайки її витків твердосплавним матеріалом.

У заявленому способі задача підвищення зносостійкості витків шнекової заготовки, зменшення ймовірності виникнення тріщин, що сприяє підвищенню її якості вирішені за рахунок наплавлення зміцнюювальним твердосплавним матеріалом, твердість якого перевищує твердість основного матеріалу шнекової заготовки зовнішньої крайки нагрітих витків. У процесі повітряно-плазмового різання тепло передається в тіло оброблюваної заготовки через бічні поверхні гвинтової канавки, що сприяє її попередньому рівномірному нагріванню. Тому наплавлення здійснюється на нагріту зовнішню крайку витка. Це дозволяє уникнути кристалізаційних і холодних тріщин у наплавленому шарі.

Приклад виконання способу.

Геометричні параметри шнекової заготовки: діаметр внутрішньої крайки гвинтової канавки шнекової заготовки - 110 мм; зовнішній діаметр - 140 мм; крок - 30 мм, товщина витка - 8 мм, форма профілю гвинтової канавки - у вигляді частини еліпсу. Висота наплавлено шару - 5 мм. Штучна заготовка виконана у вигляді відливки порожнистого вала із зовнішнім діаметром 130 мм, внутрішнім діаметром 60 мм і довжиною 600 мм.

Матеріал - корозійностійка і жаростійка при температурі до 1100-1200 °C ливарна сталь аустенітного класу 35X18H24C2Л ГОСТ 977-88.

Початкову штучну заготовку встановлювали в спеціальному пристосуванні з можливістю обертання навколо власної осі на установці фірми "Плазма-Мастер Лтд" РМ-307. На ній на супорті з можливістю узгодженого (30 мм/об) переміщення вздовж штучної заготовки також розміщувалися плазмотрон ПВР-402М для повітряно-плазмового різання та пристрій для наплавлення способом електродугового зварювання покритим електродом.

Виготовлення шнекової заготовки здійснювали шляхом повітряно-плазмового різання за гвинтовою траєкторією штучної заготовки з отриманням витків і гвинтової канавки утвореної проміжної шнекової заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку, направлено до дотично до концентричної поверхні діаметром 110 мм, яка огинає внутрішню крайку такої гвинтової канавки з одночасним видаленням розплавленого матеріалу з порожнини різку повітряно-плазмовим потоком. Одночасно з повітряно-плазмовим різанням штучної заготовки виконували за гвинтовою траєкторією наплавлення способом дугового зварювання зміцнюючим твердосплавним матеріалом (кобальтовий сплав E20-40-CTZ DIN 8555) нагрітої внаслідок повітряно-плазмового різання зовнішньої крайки утворених витків проміжної шнекової заготовки.

Характеристики плазмотрона для повітряно-плазмового різання: тиск плазмотвірного газу на вході в плазмотрон - 4,0 кгс/см², плазмотвірний газ - повітря, охолодження плазмотрона - примусове, тиск охолоджуючої рідини на вході в плазмотрон - 3,0 кгс/см², діаметр каналу сопла - 5 мм. Режими повітряно-плазмового різання: струм дуги - 300 А, лінійна швидкість різання - 4,5м/год, величина поздовжньої подачі інструмента - 30 мм/об, відстань від зовнішнього зрізу сопла до поверхні штучної заготовки 10 мм.

Режими наплавлення: швидкість наплавлення - 4,5м/год, напруга на дузі - 28 В, струм дуги 180А, зміщення α плазмотрона із zenіту 8 мм, величина поздовжньої подачі інструмента - 30 мм/об. Наплавлення здійснювали покритим електродом товщиною 5 мм. Джерело живлення DC 250.3.

За відомим способом виготовлення шнекової заготовки включає окремі технологічні операції отримання проміжної шнекової заготовки, термічну операцію її нагрівання до температури понад 400С° (Сварка и наплавка. Пособие по выбору наплавочных материалов ESAB, 122 с.), операцію наплавлення зовнішньої крайки витків способом електродугового зварювання. Усі вони реалізуються на окремому спеціальному технологічному устаткуванні.

Таким чином, у запропонованому способі, оскільки витки гвинтової спіралі були уже нагрітими від суміжного процесу повітряно-плазмового різання, то відпала необхідність в операції та технологічному устаткуванні для спеціального нагрівання зони наплавлення до температури 400 °С, а усі операції об'єднані в одну і є суміщеними за часом.

В результаті реалізації запропонованого способу отримали шнекову заготовку із наплавленим зміцнюючим твердосплавним матеріалом на зовнішній крайці витка. Механічні властивості напавленого матеріалу: $\sigma=1000$ МПа, $\alpha_n=25 \cdot 10^2$ МПа, твердість HRC 40...42.

Таким чином, запропонований спосіб характеризується спрощеною структурою технологічного процесу, зменшеними потребами у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванні, зменшеними витратами часу на реалізацію такого способу, а також забезпечує отримання шнекових заготовок підвищеної якості через підвищення зносостійкості її зовнішньої крайки та меншою ймовірністю виникнення кристалізаційних і холодних тріщин у напавленому шарі на її зовнішній крайці витка.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб виготовлення шнекової заготовки, за яким здійснюють за гвинтовою траєкторією повітряно-плазмове різання штучної заготовки з отриманням витків і гвинтової канавки утвореної проміжної шнекової заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку, дотичного до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю такої гвинтової канавки, який **відрізняється** тим, що одночасно з повітряно-плазмовим різанням штучної заготовки виконують за гвинтовою траєкторією наплавлення зміцнюючим твердосплавним матеріалом нагрітої внаслідок повітряно-плазмового різання зовнішньої крайки утворених витків проміжної шнекової заготовки.

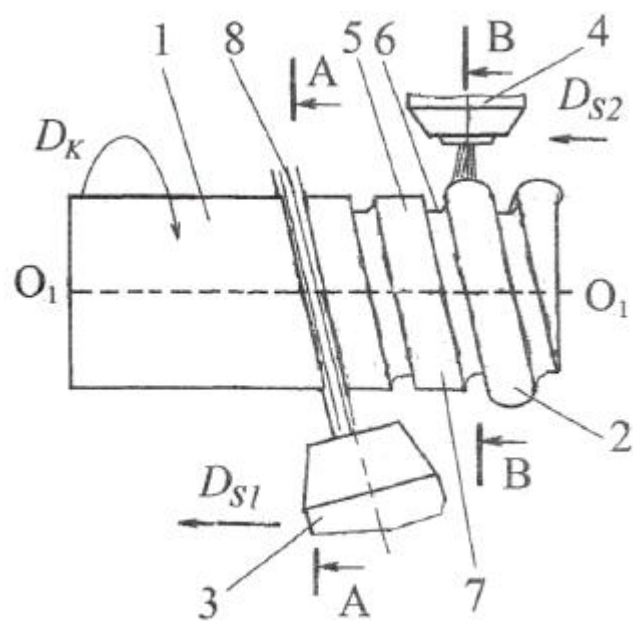


Fig. 1

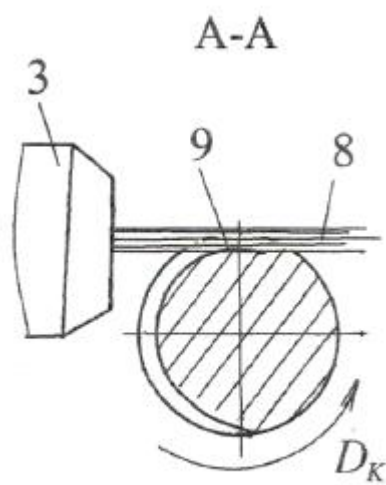


Fig. 2

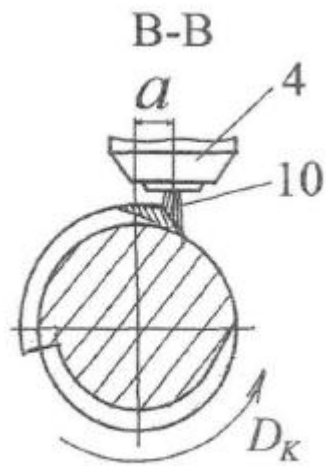


Fig. 3