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 (А.с. СРСР № 1680459, опубл. 30.09.1991, Бюл. №36).

Недоліком вказаного способу є низька якість шнекових заготовок через стікання рідкого твердосплавного матеріалу зварювальної ванни на бічні гвинтові поверхні витка, необхідність у застосуванні складних технологічних заходів щодо центрування відносно поверхні зовнішньої крайки витка пристрою для наплавлення.

Відомий спосіб виготовлення шнекової заготовки, за яким по гвинтовій лінії здійснюють наплавлення зміцнюючим твердосплавним матеріалом циліндричної штучної заготовки до утворення на ній багатовиткового гвинтового виступу з кроком, який дорівнює кроку витків шнекової заготовки (Пат. Японії № JP2003103364; опубл. 04.08.2003).

Недоліком вказаного способу є низька якість шнекових заготовок, які отримують із високолегованих високоміцних, жаростійких і корозійностійких сплавів внаслідок спотворення профілю гвинтової поверхні витка і складність забезпечення необхідної форми і розмірів профілю витка через розтікання твердосплавного матеріалу, а також обмежена висота такого витка.

Відомий спосіб виготовлення шнекової заготовки, за яким здійснюють по гвинтовій лінії повітряно-плазмове різання штучної заготовки з утворенням гвинтової канавки 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 Vasylkiv // 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 можливість виникнення тріщин у поверхневих шарах зони термічного впливу, а також складна структура технологічного процесу, значна працемісткість та низька продуктивність технологічного способу внаслідок необхідності в додатковій окремій операції наплавлення такої крайки твердосплавним матеріалом з наступним механічним її обробленням, що характеризується тривалістю реалізації такого способу та потребами у значних виробничих площах, а також мала висота витка через обмежену максимальну глибину повітряно-плазмового різання.

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 та збільшення висоти витків шнекової заготовки шляхом реалізації способу виготовлення шнекової заготовки, за яким здійснюють по гвинтовій лінії повітряно-плазмове різання штучної заготовки з утворенням гвинтової канавки за допомогою повітряно-плазмового потоку, дотичного до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю такої гвинтової канавки, причому одночасно з повітряно-плазмовим різанням штучної заготовки розміщену перед повітряно-плазмовим потоком циліндричну поверхню штучної заготовки наплавляють зміцнюючим твердосплавним матеріалом по гвинтовій лінії з кроком, який дорівнює кроку витків шнекової заготовки з одночасними поперечними коливаннями наплавлювального інструменту, амплітуда яких не більша за величину половини товщини зовнішньої крайки витка шнекової заготовки до утворення багатовиткового гвинтового виступу з твердосплавного матеріалу, а повітряно-плазмове різання штучної заготовки здійснюють в зоні між суміжними витками утвореного гвинтового виступу

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

Спосіб реалізується наступним чином.

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. Як інструмент використовують плазмотрон 2, розміщений з можливістю поздовжнього руху D_{S1} відносно такої штучної заготовки. Виготовлення шнекової заготовки 3 здійснюють шляхом повітряно-плазмового різання по гвинтовій лінії матеріалу штучної заготовки з утворенням гвинтової канавки 4 за допомогою повітряно-плазмового потоку 5, направленого дотично до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю 6 такої гвинтової канавки. В процесі повітряно-плазмового різання відбувається проплавлення та видалення розплавленого матеріалу з порожнини різу повітряно-плазмовим потоком 5. Переміщення по гвинтовій лініі отримують внаслідок реалізації кінематичної суми лінійного поздовжнього руху D_{S1} та обертального D_K рухів відповідно плазмотрона та штучної заготовки.

Одночасно з повітряно-плазмовим різанням штучної заготовки 1 розміщену перед повітряно-

плазмовим потоком 5 циліндричну поверхню штучної заготовки наплавляють зміцнюючим твердосплавним матеріалом 7 по гвинтовій лінії з кроком T, який дорівнює кроку витків шнекової заготовки з одночасними поперечними коливаннями D_{S2} наплавлювального інструмента 8 (наприклад, електродного дроту), амплітуда яких не більша за величину половини товщини h зовнішньої крайки витка шнекової заготовки до утворення зі зміцнюючого твердосплавного матеріалу багатовиткового гвинтового виступу 9 товщиною h_1. Для забезпечення якості наплавленого шару наплавлювальний інструмент розміщений зі зміщенням із зеніту a.

При цьому повітряно-плазмове різання штучної заготовки здійснюють в зоні між суміжними витками 10 утвореного гвинтового виступу 9. У процесі цього здійснюється часткове видалення повітряно-плазмовим потоком частини бічних крайок профілю нагрітого до високої температури наплавленого твердосплавного матеріалу, який витік із наплавлюваної (зварювальної) ванни при його нанесенні. В результаті цього отримують шнекову заготовку 3, на зовнішню крайку витка якої нанесений шар зміцнюючого твердосплавного матеріалу 7, максимальна товщина якого дорівнює товщині h зовнішньої крайки витка, утвореного з матеріалу штучної заготовки. При цьому товщина гвинтового виступу h_1 до повітряно-плазмового різання є більшою за товщину h зовнішньої крайки витка шнекової заготовки: $h_1 \geq h$.

Одночасно з повітряно-плазмовим різанням нанесення по гвинтовій лінії зміцнюючого твердосплавного матеріалу на штучну заготовку можна здійснювати різними відомими способами наплавлення (електродугове, електроконтактне, вібродугове, газове, плазмове), які реалізують з використанням пруткових електродів, електродних стрічок, порошкових дротів, прутків, порошкових матеріалів.

У заявленому способі задача спрощення структури технологічного процесу, зменшення потреб у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванні, зменшення витрат часу на реалізацію такого способу (час на зняття, транспортування, встановлення шнекової заготовки для наплавлення її зовнішньої крайки витків) вирішена за рахунок підвищення коефіцієнта концентрації операцій шляхом одночасного виконання процесів наплавлення твердосплавного зміцнювального матеріалу з утворенням багатовиткового гвинтового виступу та за допомогою повітряно-плазмового потоку часткового зрізування як матеріалу штучної заготовки так і частини твердосплавного зміцнювального матеріалу в зоні між суміжними витками утвореного багатовиткового гвинтового виступу з утворенням згладжених поверхонь гвинтової канавки, утворених як основним матеріалом штучної заготовки, так і зміцнюючим твердосплавним матеріалом. Тому розтікання зміцнювального твердосплавного матеріалу зі зварювальної ванни у процесі наплавлення не впливає на форму профілю гвинтових поверхонь витків шнекової заготовки. При цьому особливості кінематики реалізації процесу наплавлення однозначно взаємопов'язані з особливістю реалізації повітряно-плазмового різання і виконуються на одному технологічному устаткуванні. Таким чином відпадає необхідність в додатковій окремій операції наплавлення зовнішньої крайки витків твердосплавним матеріалом з наступним механічним її обробленням. Це сприяє збільшенню продуктивності такої технології.

Задачі підвищення зносостійкості витків шнекової заготовки, зменшення ймовірності виникнення тріщин, що сприяє підвищенню її якості та збільшення висоти витка вирішені за рахунок утворення наплавленого зміцнювального твердосплавного матеріалу необхідної висоти, твердість якого перевищує твердість основного матеріалу шнекової заготовки, а також попереднього нагрівання внаслідок наплавлення ділянки штучної заготовки в окулі гвинтової лінії розміщення витка перед повітряно-плазмовим різанням згаданої заготовки. Зокрема, тепло від багатовиткового гвинтового виступу передається в тіло оброблюваної заготовки, що сприяє її попередньому нагріванню. Це дозволило зменшити внутрішні напруження та зменшити ймовірність виникнення тріщин на бічних поверхнях витків. Це важливо тому, що внаслідок повітряно-плазмового різання об'єми металу, що прилягають до зони різу, розігріваються до великих температур. Зокрема, безпосередньо прилеглі до зони різу об'єми металу розігріваються до температур, близьких до температури плавлення, більш віддалені - до температур, що зменшуються при збільшенні відстані від поверхні різу. В результаті цього через різкий перепад температур в частині металу розвиваються фазові і структурні перетворення, відбувається вигоряння частини легуючих елементів, зміна хімічного складу і властивостей металу в зоні термічного впливу. Перекристалізація зі зміною фазового складу та структури супроводжується появою напружень, які можуть у деяких випадках призвести до утворення тріщин у поверхневих шарах зони термічного впливу. Крім того, різний фазовий склад обумовлює локальну зміну механічних та фізичних властивостей матеріалу. Тому для попередження впливу згаданих негативних чинників ефективним є поєднання процесів попереднього нагрівання частини оброблюваної заготовки внаслідок наплавлення зміцнюючого твердосплавного матеріалу та різання повітряно-плазмовим потоком.

Внаслідок цього процес різання повітряно-плазмовим потоком здійснюється в зоні, краї якої є уже попередньо нагрітими від реалізації попереднього процесу і є ділянками розміщення тіла витка шнекової заготовки. Поперечні коливання ж наплавлювального інструмента, амплітуда яких не більша

за величину половини товщини зовнішньої крайки витка шнекової заготовки, здійснюють при формуванні гвинтового виступу на циліндричній поверхні штучної заготовки. Це дозволяє розширити зону термічного впливу на початкову заготовку та здійснити формування максимальної висоти та необхідної товщини профілю наплавленого зміцнюючого твердосплавного матеріалу для наступного (після формування гвинтової канавки) покриття ним усієї товщини зовнішньої крайки витка, утвореного з матеріалу шнекової заготовки.

Так як процес наплавлення і різання матеріалу повітряно-плазмовим потоком здійснюється одночасно, то здійснюється також одночасне часткове видалення як основного матеріалу штучної заготовки, так і багатовиткового гвинтового виступу з твердосплавного матеріалу, який має високу температуру. Останній факт спрощує умови його обрізування повітряно-плазмовим потоком.

Загалом, ефективність реалізації запропонованого способу досягнута за рахунок нанесення твердосплавного матеріалу необхідної висоти та використання у процесі повітряно-плазмового різання теплового ефекту від реалізації суміжного процесу наплавлення. Приклад виконання способу.

Геометричні параметри шнекової заготовки: діаметр внутрішньої крайки гвинтової канавки шнекової заготовки - 110 мм; зовнішній діаметр - 140 мм; крок - 36 мм, товщина витка - 24 мм, форма профілю гвинтової канавки - півкругла. Штучна заготовка виконана у вигляді порожнистого валу із зовнішнім діаметром 140мм і довжиною 300мм.

Для виготовлення шнекової заготовки із жароміцного сплаву 13Х14Н3В2ФР, використовували плазмотрон ПВР-402М, який встановлений на установці фірми "Плазма-Мастер Лтд" РМ-307 для плазмово-порошкового наплавлення. Установка дозволяє наплавляти циліндричні деталі діаметром від 20 до 300 мм та довжиною 4500 мм в автоматичному та напівавтоматичному режимах. Число керованих осей може бути від 3 до 5.

Штучну заготовку встановлювали в спеціальному пристосуванні з можливістю обертання заготовки навколо власної осі, а плазмотрони для наплавлення і повітряно-плазмового різання - на супорті з можливістю узгодженого (36мм/об) переміщення вздовж штучної заготовки.

На циліндричну поверхню штучної заготовки по гвинтовій лінії з кроком 36 мм способом плазмово-порошкового наплавлення наносили зміцнюючий твердосплавний матеріал на основі заліза системи Fe-Cr-V-Mo-C, що випускається у вигляді порошку марки ПР-Х18ФНМ (PMalloy 21). Цей метал належить до класу високованадієвих чавунів. Використання такого матеріалу в технології плазмово-порошкового наплавлення дозволяє відмовитись від попереднього підігріву заготовки і тим самим значно спростити та здешевити процес наплавлення.

Витрата плазмоутворюючого газу - аргону - 1,3 л/хв. Застосовувався плазмотрон, що мав діаметр плазмоутворюючого сопла - 5,2 мм; довжину плазмоутворюючого каналу - 4,5 мм при величині поглиблення електрода в сопло 2,0 мм.

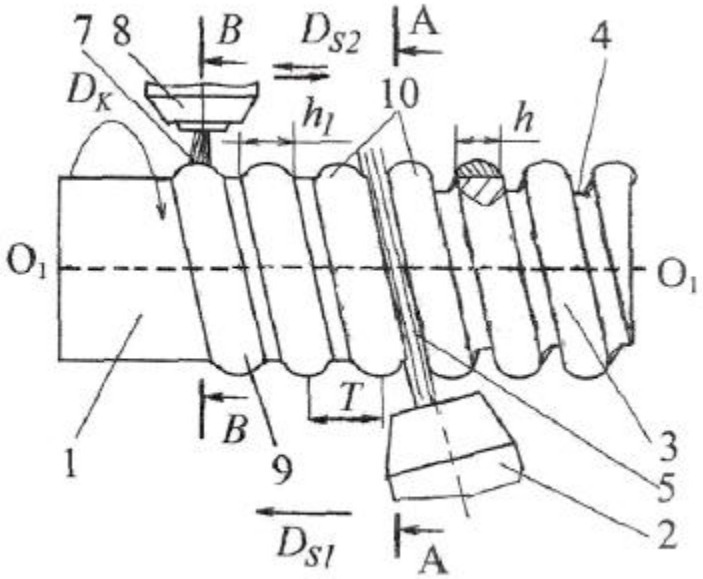
Режими наплавлення: швидкість наплавлення 4,5 м/год., швидкість подачі порошку 36 кг/год., струм дуги 160А, зміщення а плазмотрону із зеніту - 9 мм. Амплітуда поперечних коливань плазмотрона становила 12 мм, крок 2 мм. Висота наплавленого шару 10 мм. Одночасно з плазмово-порошковим наплавленням здійснювали повітряно-плазмове різання штучної заготовки в зоні між суміжними витками до утворення багатовиткового гвинтового виступу.

Повітряно-плазмовий потік був направлений дотично до концентричної поверхні діаметром 110мм, яка огинає западину профілю гвинтової канавки шнекової заготовки.

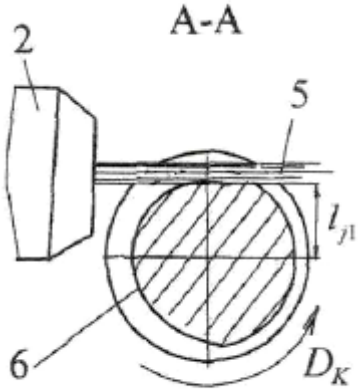
Характеристики плазмотрона для повітряно-плазмового різання: тиск плазмоутворюючого газу на вході в плазмотрон 4,0 кгс/см^2, плазмоутворюючий газ - повітря, охолодження плазмотрона - примусове, тиск охолоджуючої рідини на вході в плазмотрон, 3,0 кгс/см^2, діаметр каналу сопла для номінального струму - 5 мм, маса плазмотрона без кабель-шлангового пакета, не більше 1,5 кг. Режими повітряно-плазмового різання: струм дуги - 300 А, лінійна швидкість різання - 0,3 м/хв, величина поздовжньої подачі інструмента - 36 мм/об, відстань від зовнішнього зрізу сопла до поверхні штучної заготовки 10 мм. Ширина зрізу для діаметра сопла 4 мм становить 6 мм.

В результаті реалізації такого способу отримали шнекову заготовку із наплавленим зміцнюючим твердосплавним матеріалом на зовнішній крайці витка. Механічні властивості наплавленого матеріалу: σ=1000 МПа, $\alpha_н$ = 25·10^2 МПа, твердість HRC 40…44.

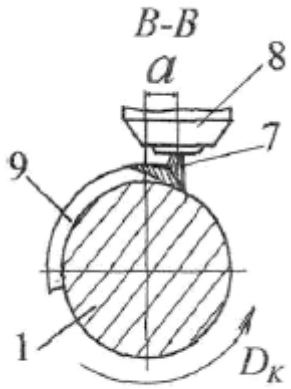
Таким чином, запропонований спосіб характеризується спрощеною структурою технологічного процесу, зменшеними потребами у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванні, зменшеними витратами часу на реалізацію такого способу, а також зменшеною ймовірністю виникнення тріщин та підвищеною зносостійкістю та збільшеною висотою витків шнекової заготовки.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3