

Винахід належить до технології машинобудування і може використовуватись для виготовлення гвинтових заготовок у виробництві спіралей гвинтових конвеєрів, гвинтових паль та анкерів, спіральних бурових штанг та інших виробів.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, при якому здійснюють асиметричне обтискування стрічки по її ширині за допомогою привідних валків, які утворюють між собою клиноподібну щілину (Formalized description and synthesis of schemes for shaping helical flights and auger billets based on the componentic methods / Vasyl Vasykiv, Mykhailo Pylypets, Larysa Danylenko, Dmitry Radyk // Scientific Journal of TNTU. - Tern.: TNTU, 2021. - Vol 104. - No 4. - P. 44-57., рис. 2 а).

Недоліком такої технології є обмежені розміри кривини внутрішньої крайки витка, малі значення товщини зовнішньої крайки та питомої висоти витка (відношення висоти до його товщини) гвинтової заготовки.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, при якому здійснюють асиметричне обтискування багатовиткової стрічкової спіралі по її ширині за допомогою привідних валків, які утворюють між собою клиноподібну щілину з наступним калібруванням на крок отриманої спіралі (Пат. України № 56791, опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2).

Недоліком такої технології є складність технологічного процесу через необхідність окремої технологічної операції отримання багатовиткової стрічкової спіралі та низька якість гвинтових заготовок через непостійність діаметрів її зовнішньої та внутрішньої крайок, що призводить до нерівномірності кроку, а також скручування витків початкової гвинтової заготовки у процесі її асиметричного обтискування внаслідок нерівномірності розподілу ступені деформації по довжині такої заготовки та непостійних енергосилових умов пластичного деформування, а також обмежені розміри кривини внутрішньої крайки, малі значення товщини зовнішньої крайки та питомої висоти витка гвинтової заготовки.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, при якому здійснюють по гвинтовій лінії повітряно-плазмове наскрізне прорізування стінки порожнистої штучної заготовки, за допомогою повітряно-плазмового потоку до утворення початкової гвинтової заготовки, один кінець якої спряжений з непрорізаною частиною порожнистої штучної заготовки (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 такого способу є обмежені технологічні можливості отримання гвинтових заготовок зі значною кривиною внутрішньої крайки та значним кроком витків та зі значною питомою висотою витка через обмежені можливості повітряно-плазмового різання значних товщин матеріалу, низька якість таких заготовок через наявність дефектів структури та її пористості, низька щільність і твердість гвинтових поверхонь витків, що призводить до низької зносостійкості гвинтових виробів, отриманих зі згаданих заготовок, а також складність калібрування на крок такої заготовки.

В основу винаходу поставлена задача розширення технологічних можливостей отримання гвинтових заготовок зі значною кривиною внутрішньої крайки та значним кроком витків та зі значною питомою висотою витка, підвищення якості таких заготовок за рахунок зниження дефектів структури та її пористості, підвищення щільності і твердості гвинтових поверхонь витків, спрощення структури технологічного процесу за рахунок реалізації способу виготовлення гвинтової заготовки, за яким здійснюють по гвинтовій лінії повітряно-плазмове наскрізне прорізування стінки порожнистої штучної заготовки, за допомогою повітряно-плазмового потоку, до утворення початкової гвинтової заготовки, один кінець якої спряжений з непрорізаною частиною порожнистої штучної заготовки, причому, одночасно з повітряно-плазмовим прорізуванням порожнистої штучної заготовки здійснюють асиметричне обтискування початкової гвинтової заготовки по ширині її витка, між двома валками, які здійснюють обертові рухи навколо власних осей, до утворення на виході із валків ділянки плоскої кільцевої форми, яку відгинають до утворення гвинтової заготовки.

На графічному зображенні представлена схема виконання заявлено способу.

Спосіб реалізується наступним чином:

Порожнисту штучну заготовку 1 встановлюють в спеціальному пристосуванні (не показано) з можливістю здійснення обертowego D_{K1} та поступального руху D_{S1} відносно власної поздовжньої осі. Як інструменти використовують плазмотрон 2 для здійснення процесу повітряно-плазмового різання за допомогою повітряно-плазмового потоку 3, валки 4 і 5 для реалізації процесу асиметричного обтискування, які встановлені з можливістю здійснення обертowych рухів D_{K2} і D_{K3} навколо власних осей, а також клиновий механізм 6 з гвинтовою робочою поверхнею, що призначений для формування необхідного кроку гвинтової заготовки 7.

Для виготовлення згаданої гвинтової заготовки 7 здійснюють по гвинтовій лінії повітряно-плазмове наскрізне прорізування стінки порожнистої штучної заготовки 1, за допомогою повітряно-плазмового потоку 3, до утворення початкової гвинтової заготовки 8, один кінець 9 якої спряжений з непрорізаною частиною порожнистої штучної заготовки 1. В процесі повітряно-плазмового різання відбувається проплавлення та видалення розплавленого матеріалу з порожнини різання повітряно-плазмовим потоком 3.

Різання по гвинтовій лінії здійснюється внаслідок реалізації кінематичної суми лінійного поступального руху D_{S1} та обертального D_{K1} , рухів штучної заготовки 1.

Внаслідок повітряно-плазмового різання об'єми металу, що прилягають до зони різання, розігріваються до великих температур. Зокрема, безпосередньо прилеглі до зони різання об'єми металу розігріваються до температур, близьких до температури плавлення, більш віддалені - до температур, що зменшуються при збільшенні відстані від поверхні різання. В результаті цього покращуються умови локального пластичного деформування. Це дозволило використати стан нагрітої початкової гвинтової заготовки та шорсткість її гвинтових поверхонь для її ефективного гарячого пластичного деформування (прокатування початкової гвинтової заготовки та відгинання, утвореної на виході із валків ділянки плоскої кільцевої форми).

Тому одночасно з таким повітряно-плазмовим прорізанням стінки порожнистої штучної заготовки виконують асиметричне обтискування початкової гвинтової заготовки 8 по ширині її витка між двома валками 4 і 5, які здійснюють обертові рухи навколо власних осей до утворення на виході із валків ділянки плоскої кільцевої форми 10, яку відгинають за допомогою клинового механізму 6 з гвинтовою робочою поверхнею до утворення гвинтової заготовки 7 із необхідним кроком.

Таке відгинання характеризується незначними енергосиловими параметрами та стійкістю процесу через підвищену пластичність згаданої ділянки плоскої кільцевої форми, яка нагріта від реалізації суміжного процесу повітряно-плазмового різання. Крім цього, шорсткість бічних поверхонь початкової гвинтової заготовки, які сформовані внаслідок повітряно-плазмового різання забезпечують ефективну фрикційну взаємодію такої заготовки із валками для асиметричного обтискання без пробуксовування та відгинання за допомогою клинового механізму з гвинтовою робочою поверхнею.

У заявленому способі задача розширення технологічних можливостей отримання гвинтових заготовок зі значною кривиною (малим діаметром) внутрішньої крайки та значним кроком витків та зі значною питомою висотою витка і незначною його товщиною вирішена за рахунок підвищення коефіцієнту концентрації операцій за рахунок одночасного виконання трьох процесів, та використання теплового ефекту від повітряно-плазмового різання для створення і реалізації суміжних процесів гарячого пластичного деформування початкової гвинтової заготовки і ділянки плоскої кільцевої форми. Отримана і нагріта внаслідок повітряно-плазмового різання початкова гвинтова заготовка характеризується підвищеною пластичністю. Це дозволяє здійснювати ефективне її асиметричне обтискання з меншим ступенем її деформації для збільшення кривини крайок витків, тобто отримувати заготовку з меншими діаметрами таких крайок. Загалом, внаслідок такого асиметричного обтискування та відгинання є отримання гвинтової заготовки, висота витка, кривина внутрішньої та зовнішньої крайок, а також крок витків якої більші відповідно за висоту витка, кривину внутрішньої і зовнішньої крайок та крок витків початкової гвинтової заготовки, отриманої внаслідок повітряно-плазмового різання. Отримання заготовок зі значним кроком досягнуто за рахунок сприятливої схеми відгинання на виході із валків гарячої ділянки плоскої кільцевої форми, один кінець якої перебуває у контакті із валками, а інший кінець та бічна її поверхня перебуває у контакті із гвинтовою робочою поверхнею клинового механізму. Шорсткість гвинтових поверхонь початкової гвинтової заготовки, які отримані в результаті повітряно-плазмового різання забезпечує сприятливі умови фрикційної взаємодії таких поверхонь з іншими інструментами суміжного процесу пластичної деформації такої заготовки.

У заявленому способі задача підвищення якості таких заготовок вирішена за рахунок зниження дефектів структури та її пористості, підвищення щільності і твердості гвинтових поверхонь витків вирішена внаслідок асиметричного обтискання бічних поверхонь витків. Завдяки цьому відбувається локальна зміна фізико-механічних властивостей матеріалу в сторону їх покращення (підвищується щільність матеріалу і зростає мікротвердість) за рахунок ліквідації плазмових дефектів, пористості та мікротріщин, які утворилися в поверхневих шарах зони термічного впливу у процесі повітряно-плазмового різання. Заявленим способом можна досягнути шорсткості поверхонь в інтервалі від $Rz\ 50$ до $Rz\ 200$ та від $Ra\ 25$ до $Ra\ 12,5$.

Технічна задача спрощення структури технологічного процесу вирішена завдяки підвищенню значення коефіцієнта концентрації операцій через одночасну реалізацію на одному устаткуванні трьох процесів: повітряно-плазмового різання, прокатування початкової гвинтової заготовки та відгинання, утвореної на виході із валків ділянки плоскої кільцевої форми. Це сприяє зменшенню потреб у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванні.

Приклад виконання способу

Здійснювали виготовлення гвинтової заготовки із такими геометричними параметрами: діаметр зовнішньої крайки витка - 200 мм; діаметр внутрішньої крайки витка - 40 мм, крок - 200 мм, товщина витка - 20 мм. Матеріал гвинтової заготовки - сталь AISI-1045.

Для реалізації способу використовували порожнисту штучну заготовку із такими параметрами: зовнішній діаметр - 320 мм, внутрішній діаметр - 216 мм.

Для повітряно-плазмового різання використовували плазмотрон ПВР-402М з діаметром сопла 4 мм, тиск плазмотвірного газу на вході в плазмотрон, $4,5 \text{ кгс/см}^2$, плазмотвірний газ - повітря, охолодження плазмотрона - примусове, тиск охолоджуючої рідини на вході в плазмотрон, $3,5 \text{ кгс/см}^2$.

Режими повітряно-плазмового різання: струм дуги - 300 А, напруга - 250 В, величина позовжньої подачі штучної заготовки 26 мм/об.

Здійснювали по гвинтовій лінії повітряно-плазмове наскрізне прорізування стінки порожнистої штучної заготовки, за допомогою повітряно-плазмового потоку до утворення початкової гвинтової заготовки, один кінець якої був спряжений з непрорізаною частиною порожнистої штучної заготовки.

Внаслідок теплопередачі від повітряно-плазмового різання початкова гвинтова заготовка нагрілась до температури $1300-1200^\circ\text{C}$. Відомо, що сталь AISI-1045 добре піддається пластичним деформаціям в інтервалі температур $900-1200^\circ\text{C}$. Геометричні параметри отриманої початкової гвинтової заготовки такі: діаметр зовнішньої крайки витка - 320 мм; діаметр внутрішньої крайки витка - 216 мм, крок - 26 мм, товщина витка - 38 мм. Мікротвердість поверхні витка (в охолодженому стані), такої заготовки становила 680 кг/мм^2 . Шорсткість бічної гвинтової поверхні витка 500 мкм.

Одночасно з повітряно-плазмовим прорізуванням порожнистої штучної заготовки нагріту початкову гвинтову заготовку асиметрично обтискували по ширині її витків між двома валками, які здійснювали обертові рухи навколо власних осей до утворення ділянки плоскої кільцевої форми (із зовнішнім діаметром її зовнішньої крайки 249 мм, діаметром внутрішньої крайки 89 мм) при одночасному її відгинанні за допомогою клинового механізму із гвинтовою робочою поверхнею.

Асиметричне обтискання початкової гвинтової заготовки здійснювали на консольних кувальних вальцях моделі 3162А. Максимальний діаметр валків - 315 мм.

В результаті цього отримали гвинтову заготовку із необхідним кроком та діаметрами її зовнішньої та внутрішньої крайок витків. Мікротвердість поверхні витка (в охолодженому стані) отриманої гвинтової заготовки 1320 кг/мм^2 . Шорсткість бічної гвинтової поверхні витка 100 мкм.

Таким чином, запропонований спосіб відзначається розширеними технологічними можливостями отримання гвинтових заготовок зі збільшеною кривиною внутрішньої та зовнішньої крайок та питомою висотою та значним кроком витків, а також підвищеною якістю таких заготовок за рахунок зниження дефектів структури та пористості, підвищення щільності і твердості її гвинтових поверхонь, а також спрощеною структурою технологічного процесу.

