

Винахід належить до технології машинобудування і може використовуватись для виготовлення гвинтових заготовок із важкодеформованих, а також малопластичних металів і сплавів у виробництві спіралей гвинтових конвеєрів, шнекових роторів центрифуг і насосів, черв'яків екструдерів, крупних гвинтів, спіральних бурових штанг та інших виробів.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, за яким проміжну гвинтову заготовку, яка здійснює обертовий рух, калібрують на крок за допомогою клиноподібного інструмента, розміщеного між торцевою гвинтовою поверхнею проміжної гвинтової заготовки та бічною гвинтовою поверхнею гвинтової заготовки, оснащеного робочими поверхнями, одна з яких зі сторони розміщення гвинтової заготовки має форму бічної гвинтової поверхні гвинтової заготовки, і який переміщують вздовж поздовжньої осі проміжної гвинтової заготовки (Патент України № 49377 А, кл. МПК В21С 37/06, Опубл. 16.09.2002, Бюл. № 9).

Недоліками такого способу є: необхідність попереднього отримання проміжної гвинтової заготовки, що ускладнює технологічний процес; необхідність застосування додаткових пристроїв, зокрема пневмоциліндра для забезпечення осьового підтискання, що ускладнює конструкцію та знижує надійність процесу; обмежені технологічні можливості отримання гвинтових заготовок із малопластичних матеріалів та з питомою висотою витка (відношення висоти витка до його товщини) понад 5 од. та із великим кроком через можливість використання лише матеріалів з високою пластичністю (коефіцієнт відносного видовження понад 30 %) та неунеможливлене ефективне отримання гвинтових заготовок із важкодеформованих і малопластичних матеріалів, а також нестійкість процесу деформації у процесі розклинювання витків, що погіршує умови формоутворення (зумовлено складністю фіксації витка у зоні його згину, так як зона прикладання осьового зусилля не перекриває зону пластичної деформації, а осьове притискання спіралі по її внутрішній і зовнішній крайках здійснюють в різних місцях внаслідок неоднакового кута підняття витка); низька якість отриманих заготовок через похибки геометричної форми (варіація значень кроку витків і їх діаметрів) внаслідок значного пружинення матеріалу.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, за яким здійснюють по гвинтовій лінії наскрізне повітряно-плазмове прорізування стінки порожнистої штучної заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку, який розміщений у площині, що проходить через поздовжню вісь такої заготовки до утворення проміжної гвинтової заготовки (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 такого способу є: отримання гвинтових заготовок з обмеженою номенклатурою та типорозмірами (малий крок витків: дорівнює сумі товщини витка та ширини прорізи; зовнішній та внутрішній діаметри витків жорстко визначаються відповідними зовнішнім та внутрішнім діаметрами порожнистої штучної заготовки; граничне мінімальне значення внутрішнього діаметра визначається умовою можливості розміщення у порожнині штучної заготовки захисного кожуху для попередження потрапляння розплавленого матеріалу на внутрішню поверхню отриманої гвинтової заготовки); необхідність використання захисних елементів (кожухів) для запобігання потраплянню розплавленого металу; низька якість поверхні через налипання бризок; необхідність додаткової операції калібрування, що знижує продуктивність, збільшує виробничі площі, ускладнює технологічний процес; відсутність можливості керованої зміни геометрії (кроку, діаметра) після повітряно-плазмового різання.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення способу виготовлення гвинтової заготовки для забезпечення технологічних можливостей отримання гвинтових заготовок широкої номенклатури та типорозмірів (із великим кроком витків, різних діаметрів; з високою питомою висотою витка та із важкодеформованих, малопластичних матеріалів), підвищенні їх якості за рахунок зменшення похибок геометричної форми через зменшення пружинення, запобігання потраплянню розплавленого матеріалу на поверхні гвинтової заготовки, забезпеченні стійких умов пластичного деформування, спрощення технологічного процесу за рахунок виключення окремих операцій, зменшення потреб в технологічному устаткуванні та виробничих площах та підвищенні продуктивності шляхом реалізації способу виготовлення гвинтової заготовки, за яким здійснюють по гвинтовій лінії наскрізне повітряно-плазмове прорізування стінки порожнистої штучної заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку, який розміщений у площині, що проходить через поздовжню вісь такої заготовки до утворення проміжної гвинтової заготовки, причому одночасно з повітряно-плазмовим різанням здійснюють калібрування на крок проміжної гвинтової заготовки шляхом відгинання проміжної гвинтової заготовки від торцевої гвинтової поверхні штучної заготовки відносно радіальної лінії її спряження зі штучною заготовкою в зоні розміщення повітряно-плазмового потоку до утворення гвинтової заготовки необхідного кроку за допомогою клиноподібного інструмента, зміщеного по гвинтовій лінії відносно згаданого повітряно-плазмового потоку та розміщеного між торцевою гвинтовою поверхнею штучної заготовки та бічною гвинтовою поверхнею гвинтової заготовки, оснащеного робочими поверхнями, одна з яких зі сторони розміщення гвинтової заготовки має форму бічної гвинтової поверхні гвинтової заготовки, і який переміщують вздовж поздовжньої осі штучної заготовки зі швидкістю, яка рівна швидкості поздовжнього переміщення повітряно-плазмового потоку вздовж цієї осі.

На графічному зображенні представлена схема виконання заявлено способу.

Спосіб реалізується наступним чином.

Порожнисту штучну заготовку 1, яка виконана у вигляді порожнистого вала, встановлюють в спеціальному пристосуванні (не показано) з можливістю її обертання D_k навколо власної осі. Як інструмент використовують плазмотрон 2, розміщений з можливістю поздовжнього руху D_{s1} відносно такої штучної заготовки та клиноподібний інструмент 3.

Потім у порожнистій штучній заготовці 1, яка здійснює обертний рух D_k , виконують по гвинтовій лінії наскрізне повітряно-плазмове прорізування стінки порожнистої штучної заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку 4, який переміщують вздовж її поздовжньої осі і який розміщений у площині, що проходить через поздовжню вісь 0-0 такої штучної заготовки до утворення проміжної гвинтової заготовки 5. В процесі повітряно-плазмового прорізування відбувається проплавлення та видалення розплавленого матеріалу з порожнини різку повітряно-плазмовим потоком 4. Таке повітряно-плазмове різання по гвинтовій лінії отримують внаслідок реалізації кінематичної суми лінійного поздовжнього руху D_{s1} плазмотрона та обертального D_k руху штучної заготовки.

Одночасно з таким повітряно-плазмовим здійснюють калібрування на крок такої проміжної гвинтової заготовки 5 шляхом її відгинання відносно радіальної лінії m-m її спряження зі штучною заготовкою 1 в зоні розміщення повітряно-плазмового потоку 4 до утворення гвинтової заготовки 6 необхідного кроку за допомогою клиноподібного інструмента 3, зміщеного по гвинтовій лінії відносно повітряно-плазмового потоку 4 та розміщеного між торцевою гвинтовою поверхнею 7 штучної заготовки 1 та бічною гвинтовою поверхнею 8 гвинтової заготовки 6. Його переміщують вздовж поздовжньої осі штучної заготовки 1 зі швидкістю D_s , яка рівна швидкості D_{s1} поздовжнього переміщення повітряно-плазмового потоку 4 вздовж згаданої осі. Такий інструмент оснащений робочими поверхнями, одна з яких 9 зі сторони розміщення гвинтової заготовки 6 має форму бічної гвинтової поверхні 8 згаданої заготовки і є елементом формування її кроку.

У запропонованому способі поставлена задача вирішується тим, що:

- процес повітряно-плазмового різання поєднують у часі та просторі з процесом калібрування, яке здійснюють безпосередньо в зоні різання, використовуючи теплову енергію різання як технологічного ресурсу для реалізації пластичної деформації та забезпечуючи нерозривне з'єднання проміжної заготовки з порожнистою штучною заготовкою, що створює сприятливі умови стабільної деформації матеріалу. Фіксація проміжної заготовки здійснена по всій висоті витка у зоні її спряження зі штучною заготовкою, так як проміжна гвинтова заготовка залишається частиною порожнистої штучної заготовки і нерозривно з'єднана з нею торцевою частиною витка у процесі повітряно-плазмового різання; відгинання проміжної гвинтової заготовки здійснюють відносно радіальної лінії m-m спряження згаданої заготовки із порожнистою штучною заготовкою без необхідності у додатковому осьовому підтисканні заготовки у зоні її деформації. Таке стійке і гаряче деформування сприяє зменшенню похибок геометричної форми та підвищує стійкість витків. При калібруванні на крок проміжної гвинтової заготовки відбувається одночасне зменшення діаметра та збільшення її кроку до понад значення, яка перевищує суму товщини витка та величини прорізи між витками. Утворений міжвитковий простір сприяє тому, що розплавлений матеріал не потрапляє на внутрішню крайку гвинтової заготовки, що знижує необхідність використання захисного кожуха та підвищує якість гвинтових заготовок. Отримана гвинтова заготовка характеризується значно меншим діаметром, ніж діаметр штучної заготовки та з великим кроком (більшим за суму товщини витка та ширини прорізи). Крок та зовнішній діаметр отриманої гвинтової заготовки є керованими і залежать від діаметра штучної заготовки та геометричних параметрів клиноподібного інструменту.

- формується єдиний технологічний процес, у якому одночасно реалізуються процеси різання і гарячого деформування та створюється особливий деформаційний стан матеріалу із підвищеною пластичністю (калібрування нагрітої проміжної гвинтової заготовки покращує умови локального пластичного деформування) та зниженим пружиненням (що зменшує похибки геометричної форми). В результаті цього також скорочується потреба у виробничих площах, окремому технологічному устаткуванню та, відповідно, зменшується витрати часу на його обслуговування та реалізації такого технологічного способу. Усе це призводить до підвищення продуктивності праці при виготовленні гвинтових заготовок.

Внаслідок цього досягається новий технічний результат, який полягає у розширенні технологічних можливостей отримання гвинтових заготовок широкої номенклатури і типорозмірів, підвищенні якості заготовок; зменшенні пружинення; покращенні умов деформації; реалізації обробки матеріалів із властивостями та розмірами, недоступними у відомих рішеннях; підвищенні ефективності та продуктивності процесу.

Приклад конкретного виконання способу.

Здійснювали виготовлення гвинтової заготовки із такими параметрами: діаметр зовнішньої крайки витка - 180 мм; діаметр внутрішньої крайки витка - 120 мм, крок - 180 мм, товщина витка - 16 мм. Матеріал шнекової заготовки - високолегована низьковуглецева сталь 30X.

Для реалізації способу використовували порожнисту штучну заготовку із такими параметрами:

зовнішній діаметр - 198 мм, внутрішній діаметр - 138 мм.

Для повітряно-плазмового різання використовували плазмотрон ПВР-402М з діаметром сопла 4 мм, тиск плазмотвірного газу на вході в плазмотрон, 4,5 кгс/см², плазмотвірний газ - повітря, охолодження плазмотрона - примусове, тиск охолоджуючої рідини на вході в плазмотрон, 3,5 кгс/см².

Режими повітряно-плазмового різання: струм дуги – 280 А, напруга – 250 В, величина поздовжньої подачі інструмента дорівнювала кроку перехідної гвинтової канавки, тобто сумі товщини витка і ширини зони прорізування тобто 21 мм/об.

У процесі наскрізного повітряно-плазмового прорізування стінки порожнистої штучної заготовки за допомогою повітряно-плазмового потоку, який переміщували вздовж її поздовжньої осі і який був розміщений у площині, що проходить через поздовжню вісь такої штучної заготовки отримали проміжну гвинтову заготовку, один кінець якої спряжений із торцевою поверхнею згаданої порожнистої штучної заготовки. На поверхні згаданої заготовки температура становила 1300 °С, по середині тіла витка 300 °С. Така температура дозволяє здійснити ефективне одночасне гаряче калібрування на крок такої заготовки до утворення гвинтової заготовки із необхідним кроком витків.

Саме тому одночасно здійснювали калібрування на крок нагрітої повітряно-плазмовим проміжної гвинтової заготовки шляхом відгинання проміжної гвинтової заготовки від торцевої гвинтової поверхні штучної заготовки відносно радіальної лінії її спряження зі штучною заготовкою в зоні розміщення повітряно-плазмового потоку до утворення гвинтової заготовки з кроком витків 180 мм за допомогою клиноподібного інструмента, зміщеного по гвинтовій лінії відносно згаданого повітряно-плазмового потоку та розміщеного між торцевою гвинтовою поверхнею штучної заготовки та бічною гвинтовою поверхнею гвинтової заготовки, оснащеного робочими поверхнями, одна з яких зі сторони розміщення гвинтової заготовки має форму бічної гвинтової поверхні гвинтової заготовки з кроком 180 мм, і який переміщували вздовж поздовжньої осі штучної заготовки зі швидкістю 21 мм/об.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє отримувати гвинтові заготовки широкої номенклатури і типорозмірів та підвищеної якості.

