

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, свердл, шаропрокатних валків, спіральних бурових штанг та інших виробів.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, за яким початкову гвинтову заготовку навивають на необхідний крок ребром на оправу, яка здійснює обертовий рух та переміщення вздовж поздовжньої осі гвинтової заготовки (пат. № JP58009715, кл. МПК В21С37/26, опубл. 1983-01-20).

Недоліком такої технології є складність технологічного процесу через необхідність окремої технологічної операції отримання початкової гвинтової заготовки та низька якість гвинтових заготовок через деформації скручування витків початкової гвинтової заготовки у процесі її навивання на оправу, а також обмежені розміри висоти питомої висоти витка (відношення висоти витка до його товщини) гвинтової заготовки через складність енергосилових умов пластичного деформування в холодному стані та вичерпаний ресурс пластичності матеріалу при згині смугової заготовки на ребро до отримання початкової гвинтової заготовки та наступного додаткового навивання такої заготовки ребром на оправу. В результаті двоетапного згинання матеріалу заготовки на зовнішній і внутрішніх крайках витків утворюються розриви через значну степінь деформації такого матеріалу.

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

Недоліком такого способу є обмежені технологічні можливості отримання довгомірних гвинтових заготовок із закритою навивкою витків (з кроком витків, який дорівнює товщині витка), з малим зовнішнім діаметром та значним кроком витків (діаметр отриманої заготовки дорівнює діаметру порожнистої штучної заготовки, при малих діаметрах такої штучної заготовки існують труднощі прорізування її стінки повітряно-плазмовим потоком, нестійкість процесу калібрування на крок отриманої заготовки через складність фіксації витка у зоні його деформування), низька продуктивність процесу внаслідок складності технологічного процесу, потреби у додаткових виробничих площах для розміщення кількісного технологічного устаткування для отримання такої заготовки та калібрування її на крок.

В основу винаходу поставлена задача створення нового способу виготовлення формоутворення гвинтової заготовки, який забезпечує реалізацію процесу навивання в умовах збереженого ресурсу пластичності матеріалу шляхом усунення попередніх пластичних деформацій при формуванні початкової гвинтової заготовки та використання теплової енергії суміжного процесу повітряно-плазмового різання, що дозволяє істотно розширити допустимі геометричні межі деформації, зокрема отримувати гвинтові заготовки з більшою висотою витка, меншим внутрішнім діаметром та значним кроком витків, а також спростити структуру технологічного процесу і скоротити потреби у виробничих площах та технологічному устаткуванні за рахунок реалізації способу, 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 початкову гвинтову заготовку за допомогою деформуючого ролика навивають ребром на оправу, яка здійснює обертовий рух і переміщення вздовж поздовжньої осі порожнистої штучної заготовки.

На графічному зображенні представлена схема виконання способу.

Спосіб реалізується наступним чином:

Порожнисту штучну заготовку 1 встановлюють в спеціальному пристосуванні (не показано) з можливістю обертання D_{K1} заготовки навколо власної осі. Як інструмент використовують плазмотрон 2, розміщений з можливістю поздовжнього руху D_{S1} відносно такої штучної заготовки, деформуючий ролик 3 та оправу 4.

Потім здійснюють по гвинтовій лінії повітряно-плазмове наскрізне прорізування стінки такої порожнистої штучної заготовки 1, за допомогою повітряно-плазмового потоку 5 до утворення початкової гвинтової заготовки 6, один кінець якої спряжений з непрорізаною частиною згаданої порожнистої штучної заготовки. При цьому один кінець такої початкової гвинтової заготовки закріплюють на оправі 4 в спеціальному пристосуванні (не показано).

В процесі повітряно-плазмового прорізування відбувається проплавлення та видалення розплавленого матеріалу з порожнини різі згаданим повітряно-плазмовим потоком 5.

Прорізування стінки такої порожнистої штучної заготовки по гвинтовій лінії реалізується завдяки поєднанню обертового руху D_{K1} такої заготовки навколо власної осі та поступального переміщення D_{S1} повітряно-плазмового потоку відносно поздовжньої осі такої штучної заготовки.

Одночасно з таким повітряно-плазмовим прорізуванням порожнистої штучної заготовки початкову

гвинтову заготовку 6 за допомогою деформуючого ролика 3 навивають ребром на оправу 4, яка здійснює обертовий рух D_{k2} і переміщення D_{s2} вздовж поздовжньої осі порожнистої штучної заготовки. В результаті цього отримують гвинтову заготовку 7, яка розміщена на оправі. Після закінчення процесів повітряно-плазмового різання і навивання отриману гвинтову заготовку знімають з оправу.

При навиванні ребром на оправу довгомірної заготовки її зовнішні шари у зоні згину зазнають інтенсивного розтягу, тоді як внутрішні - стиску, внаслідок чого у матеріалі формуються значні градієнти напружень та деформацій. Це зумовлює існування граничних значень ширини витка та мінімального внутрішнього діаметра, перевищення яких призводить до появи тріщин та руйнування зовнішньої і внутрішньої крайок витка.

У зв'язку з цим у відомих технологіях виготовлення гвинтових заготовок застосовують переважно високопластичні матеріали з відносним видовженням не менше 33-40 %, що істотно обмежує номенклатуру застосовуваних матеріалів та геометричні параметри одержуваних виробів.

Запропонований спосіб дозволяє при тому ж ступені деформації отримувати гвинтові заготовки із закритою та відкритою навивкою витків з одночасно більшою їх висотою та меншим внутрішнім діаметром, а також з більшим кроком витків, істотно розширюючи номенклатуру таких виробів і сферу їх практичного застосування.

Задача розширення технологічних можливостей отримання гвинтових заготовок також вирішена за рахунок здійснення процесу гарячого навивання ребром на оправу початкової гвинтової заготовки, нагрітої внаслідок реалізації суміжного процесу повітряно-плазмового різання. Внаслідок такого різання об'єми металу, що прилягають до зони різку, розігріваються до великих температур. Зокрема, безпосередньо прилеглі до зони різку об'єми металу розігріваються до температур, близьких до температури плавлення, більш віддалені - до температур, що зменшуються при збільшенні відстані від поверхні різку. Тому для виконання такого способу відсутня необхідність в окремій операції нагрівання згаданої проміжної гвинтової заготовки.

Крім цього, при формуванні початкової гвинтової заготовки шляхом повітряно-плазмового прорізування її матеріал принципово не зазнає попередніх пластичних деформацій, пов'язаних із згином чи навиванням, у ньому відсутні залишкові напруження та структурні зміни деформаційного походження, характерні для традиційних способів формування гвинтових заготовок, при яких зовнішні шари інтенсивно розтягуються, а внутрішні - стискаються.

За рахунок цього матеріал початкової гвинтової заготовки зберігає повний ресурс пластичності, що створює принципово новий деформаційний стан у процесі подальшого навивання на оправу та дозволяє реалізувати істотно більші ступені пластичної деформації без утворення тріщин і руйнування матеріалу, забезпечуючи можливість отримання гвинтових заготовок із відкритою та закритою навивкою витків, з меншим внутрішнім діаметром та більшою висотою і кроком витків ніж це можливо у відомих способах.

Задача спрощення структури технологічного процесу, скорочення потреб у виробничих площах та кількісному технологічному устаткуванні досягнута за рахунок підвищення коефіцієнта концентрації операцій через одночасне виконання двох процесів на одному технологічному устаткуванні.

Приклад виконання способу

Здійснювали виготовлення гвинтової заготовки із закритою навивкою витків з такими геометричними параметрами: діаметр зовнішньої крайки витка - 80 мм; діаметр внутрішньої крайки витка - 20 мм, крок - 16 мм, товщина витка - 16 мм. Матеріал гвинтової заготовки - сталь AISI-1045.

Для реалізації способу використовували порожнисту штучну заготовку із такими параметрами: зовнішній діаметр - 180 мм, внутрішній діаметр - 120 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 - 270 А, напруга - 240 В, величина поздовжньої подачі інструмента дорівнювала кроку гвинтової канавки тобто сумі товщини витка і ширини зони проплавлення тобто 21 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 °С. Відомо, що сталь AISI-1045 добре піддається пластичним деформаціям в інтервалі температур 900-1200 °С.

Геометричні параметри отриманої початкової гвинтової заготовки такі: діаметр зовнішньої крайки витка - 180 мм; діаметр внутрішньої крайки витка - 120 мм, крок - 21 мм, товщина витка - 16 мм.

Одночасно з повітряно-плазмовим прорізуванням порожнистої штучної заготовки таку початкову гвинтову заготовку за допомогою деформуючого ролика навивали ребром на оправу діаметром 20 мм, яка здійснювала обертовий рух і переміщення вздовж поздовжньої осі порожнистої штучної заготовки.

Кутова швидкість обертання оправи - 26 об./хв, величина її поздовжнього переміщення - 16 мм/об.

Таким чином, запропонований спосіб відзначається розширеними технологічними можливостями отримання гвинтових заготовок із відкритою і закритою навивкою, малим зовнішнім діаметром та значним кроком і висотою витків, та характеризується спрощеною структурою технологічного процесу, скороченими потребами у виробничих площах та кількісному технологічному устаткуванні.

