

Корисна модель 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, спіральних бурових штанг та інших виробів.

Аналогом корисної моделі є спосіб виготовлення гвинтової заготовки, за яким виконують повітряно-плазмове різання порожнистої штучної заготовки, яка здійснює обертовий рух, до утворення гвинтової канавки, за допомогою повітряно-плазмового потоку, який переміщують вздовж її поздовжньої осі і направлено дотично до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю отриманої гвинтової канавки, а також одночасно з таким повітряно-плазмовим різанням виконують фрезерування гвинтової канавки, за допомогою циліндричної кінцевої фрези, яку переміщують вздовж поздовжньої осі штучної заготовки зі швидкістю, яка дорівнює швидкості переміщення повітряно-плазмового потоку вздовж згаданої осі (Патент України № 155028, опубліковано 10.01.2024, бюлетень № 2).

Недоліком такого способу є обмежені технологічні можливості отримання гвинтової заготовки з малим значенням діаметра внутрішньої крайки витків із трапецеподібним чи прямокутним профілем поперечного перерізу витка, так як при такому розміщенні фрези бічна поверхня витків має лише круглу, еліпсоїдну чи параболоїдну форму, а також низька якість поверхонь гвинтової канавки внаслідок наявності оплавлень країв канавки та поверхневих дефектів, спричинених таким повітряно-плазмовим різанням.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити спосіб виготовлення гвинтової заготовки для розширення технологічних можливостей її отримання із трапецеподібним чи прямокутним профілем поперечного перерізу витка, а також підвищення якості її поверхонь, яка полягає в унеможливленні потрапляння продуктів повітряно-плазмового різання (грату) на поверхні витків, видалення дефектів поверхонь, утворених внаслідок повітряно-плазмового різання.

Поставлена задача вирішується тим, що в спосіб виготовлення гвинтової заготовки, за яким виконують повітряно-плазмове різання порожнистої штучної заготовки, яка здійснює обертовий рух, до утворення гвинтової канавки, за допомогою повітряно-плазмового потоку, який переміщують вздовж її поздовжньої осі і направлений дотично до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю отриманої гвинтової канавки, а також одночасно з таким повітряно-плазмовим різанням виконують фрезерування гвинтової канавки, за допомогою циліндричної кінцевої фрези, яку переміщують вздовж поздовжньої осі штучної заготовки зі швидкістю, яка дорівнює швидкості переміщення повітряно-плазмового потоку вздовж згаданої осі, згідно з корисною моделлю, у процесі фрезерування виконують наскрізне прорізування западини профілю отриманої гвинтової канавки.

Суть корисної моделі пояснює схема.

На схемі представлений запропонований спосіб.

Спосіб реалізується наступним чином.

Порожнисту штучну заготовку 1 встановлюють в спеціальному пристосуванні (не показано) з можливістю обертання  $D_{K1}$  навколо власної осі. Як інструменти використовують плазмотрон 2, розміщений з можливістю поздовжнього руху  $D_{S1}$  відносно такої порожнистої штучної заготовки, а також циліндричну кінцеву фрезу 3, яка встановлена з можливістю обертання  $D_{K2}$  навколо власної осі  $O_1$  та здійснення поздовжнього руху  $D_{S2}$  відносно згаданої штучної заготовки.

У процесі виготовлення гвинтової заготовки 4 здійснюють повітряно-плазмове різання порожнистої штучної заготовки 1, яка здійснює обертовий рух  $D_{K1}$ , до утворення гвинтової канавки 5. Для цього повітряно-плазмовий потік 6, створений плазмотроном 2, спрямовують дотично до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю отриманої гвинтової канавки 5 і переміщують вздовж поздовжньої осі штучної заготовки.

В процесі повітряно-плазмового різання відбувається проплавлення та видалення розплавленого матеріалу з порожнини різку таким повітряно-плазмовим потоком 6.

Одночасно з повітряно-плазмовим різанням виконують наскрізне прорізування нагрітої повітряно-плазмовим потоком западини 7 профілю отриманої гвинтової канавки 5 за допомогою циліндричної кінцевої фрези 3. Поздовжня вісь  $O_1$  фрези може бути розміщена перпендикулярно чи паралельно до площини, що проходить через поздовжню вісь  $O_2$  повітряно-плазмового потоку. Згадану фрезу переміщують вздовж поздовжньої осі штучної заготовки зі швидкістю  $D_{S2}$ , яка дорівнює швидкості переміщення  $D_{S1}$  повітряно-плазмового потоку вздовж згаданої осі.

Оскільки, в результаті повітряно-плазмового різання, залежно від кута розміщення повітряно-плазмового потоку бічна поверхня витків отриманої гвинтової канавки 5 може мати круглу, еліпсоїдну чи параболоїдну форму, то циліндрична кінцева фреза також забезпечує механічне оброблення й бічних поверхонь згаданої канавки. Внаслідок цього, залежно від розміщення циліндричної кінцевої фрези 3 (відносно площини, що перпендикулярна до поздовжньої осі повітряно-плазмового потоку і що проходить через поздовжню вісь порожнистої штучної заготовки), відбувається утворення бічної поверхні витка у вигляді прямого чи косоного гелікоїда, і як наслідок, формування необхідного прямокутного чи трапецеподібного профілю поперечного перерізу витка гвинтової заготовки 4.

Спосіб можна легко реалізувати на базі існуючого парку технологічного устаткування для фрезерування.

Технічна задача розширення технологічних можливостей отримання гвинтових заготовок із трапецеподібним чи прямокутним профілем поперечного перерізу витка вирішена завдяки тому, що поверхні утвореної і нагрітої внаслідок повітряно-плазмового різання гвинтової канавки, яка характеризується круглою, еліпсоїдною чи параболоїдною формою у її поперечному перерізі, одночасно зі згаданим повітряно-плазмовим різанням піддають фрезеруванню. Прорізають наскрізно також западину проміжної гвинтової канавки. Це призводить до утворення бічної поверхні витка у вигляді прямого чи косоного гелікоїда, і як наслідок, формування необхідного прямокутного чи трапецеподібного профілю поперечного перерізу витка гвинтової заготовки.

Внаслідок повітряно-плазмового 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 різь. Це дозволило використати стан нагрітої гвинтової канавки для її фрезерування з метою отримання необхідних поверхонь гвинтової заготовки.

Внаслідок цього забезпечується формування необхідного профілю гвинтової канавки через зняття поверхневих шарів матеріалу та більше заглиблення фрези у тіло оброблюваної штучної заготовки в зоні розміщення гвинтової канавки. Це призводить до додаткового збільшення питомої висоти витка та ширини канавки. У цьому випадку форма профілю гвинтової канавки та її розміри визначаються діаметром фрези. Такий процес фрезерування характеризується малими силами різання через нагріті поверхневі шари металу у зоні обробки різанням та малий припуск зняття шару металу внаслідок наявності попередньо утвореної гвинтової канавки. Це дозволяє використовувати фрези з широким діапазоном діаметрів і малою жорсткістю. Технічна задача підвищення якості поверхонь гвинтової заготовки із малим діаметром її внутрішньої крайки вирішена за рахунок:

а) унеможливленні потрапляння продуктів повітряно-плазмового різання (грату) на поверхні витків через наявність перемички між западиною гвинтової канавки та поверхнею отвору у порожнистій штучній заготовці;

б) видалення дефектів поверхонь, утворених внаслідок повітряно-плазмового різання через фрезерування нагрітої гвинтової канавки циліндричною кінцевою фрезою зі зняттям малих припусків (а отже малою величиною зрізуваної стружки за одиницю часу) зменшується шорсткість поверхонь та відбувається видалення пористості та мікротріщин, які утворилися в поверхневих шарах зони термічного впливу у процесі повітряно-плазмового різання. Шорсткість поверхні гвинтової канавки становить від Rz 320 до Rz 80.

Спосіб забезпечує безперервне високопродуктивне виготовлення гвинтової заготовки за рахунок суміщення процесів повітряно-плазмового різання та наскрізного прорізування западини профілю фрезеруванням з уникненням потрапляння грату на поверхні витків згаданої заготовки яка характеризується неможливістю розміщення захисного екрану в отворі порожнистої штучної заготовки та сформованої гвинтової заготовки.

Приклад виконання способу.

Здійснювали виготовлення гвинтової заготовки із такими параметрами: діаметр внутрішньої крайки витка заготовки - 60 мм; зовнішній діаметр - 120 мм; крок - 40 мм, товщина витка - 20 мм. Матеріал гвинтової заготовки - сталь 30X.

Для повітряно-плазмового різання використовували плазмотрон ПБР-402М з діаметром сопла 4,5 мм, тиск плазмотвірного газу на вході в плазмотрон, 6 бар, плазмотвірний газ - повітря, охолодження плазмотрона - примусове, тиск охолоджуючої рідини на вході в плазмотрон, 3,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Режими повітряно-плазмового різання: струм дуги - 400 А, напруга - 250В, лінійна швидкість різання - 0,32 м/хв, величина поздовжньої подачі інструмента дорівнювала кроку гвинтової заготовки і становила 40 мм/об. Відстань між соплом та поверхнею металу 5 мм.

Також використовували кінцеву фрезу діаметром 20 мм згідно з DIN844.

У процесі виготовлення гвинтової заготовки виконували по гвинтовій спіралі повітряно-плазмове різання порожнистої штучної заготовки із зовнішнім діаметром 120мм і внутрішнім діаметром 60 мм, яка здійснювала обертний рух зі швидкістю 5,2 об/хв. При цьому повітряно-плазмовий потік переміщували вздовж її поздовжньої осі зі швидкістю 40 мм/об.

Внаслідок такого повітряно-плазмового різання отримали початкову гвинтову канавку з еліпсоїдним профілем із зовнішнім діаметром 120 мм, кроком 40мм та діаметром западини (діаметр концентричної поверхні, яка огинає западину профілю отриманої гвинтової канавки) 35 мм. Це досягнуто за рахунок розміщення повітряно-плазмового потоку дотично до концентричної поверхні діаметром 35 мм, яка огинала западину згаданої гвинтової канавки.

При цьому тіло витка нагрілось до температури, величина якої залежала від відстані до поверхні перехідної гвинтової канавки: на поверхні перехідної гвинтової канавки температура становила 1300 С, по середині тіла витка 300 С.

Товщина непрорізаного шару металу від западини гвинтової канавки до стінки отвору порожнистої штучної заготовки становила 5 мм. Його наявність у процесі плазмового різання є умовою попередження потрапляння розплавленого матеріалу на поверхні отримуваної гвинтової заготовки, для отримання останньої одночасно з таким повітряно-плазмовим різанням за допомогою циліндричної кінцевої фрези виконували наскрізне прорізування фрезеруванням стінки товщиною 5 мм яка розділяла отвір порожнистої штучної заготовки від западини профілю попередньо отриманої гвинтової канавки. Фрезу встановили так, що її поздовжня вісь була розміщена перпендикулярно до площини, що проходила через поздовжню вісь повітряно-плазмового потоку.

Її переміщували вздовж поздовжньої осі штучної заготовки зі швидкістю 40 мм/об. Така фреза також здійснювала фрезерування стінок гвинтової канавки до утворення гвинтової заготовки із прямокутним профілем поперечного перерізу витка.

Наявність плазмового нагрівання бічних поверхонь проміжної гвинтової канавки та нагрівання стінки яка розділяла отвір порожнистої штучної заготовки від западини профілю отриманої гвинтової канавки забезпечувало покращені умови їх оброблення фрезеруванням.

Шорсткість його бічних гвинтових поверхонь становила - Rz 100.

Таким чином, запропонований спосіб забезпечує розширення технологічних можливостей отримання гвинтових заготовок із важкооброблюваних матеріалів із трапецеподібним чи прямокутним профілем поперечного перерізу витка, а також підвищення якості її поверхонь, яка полягає в унеможливленні потрапляння продуктів повітряно-плазмового різання (грату) на поверхні витків, видалення дефектів поверхонь, утворених внаслідок повітряно-плазмового різання.

