

Винахід належить до технології машинобудування і може використовуватись для виготовлення шнекових 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, кулепрокатних валків, спіральних бурових штанг та інших виробів.

Відомий спосіб виготовлення шнекової заготовки, при якому нагріту штучну заготовку, яка здійснює обертотворний рух, прокатують деформуючими роликками, які переміщують вздовж її поздовжньої осі до утворення гвинтової канавки (И.В. Афанасьев. Существующие технологии обработки труб. Электронный научный журнал "Инженерный вестник Дона", № 1, 2019 р.).

Недоліком такої технології є обмежені технологічні можливості отримання гвинтової канавки необхідного розміру та профілю через складність енергосилових умов пластичного деформування штучної заготовки для утворення необхідного заглиблення із великим значенням питомої висоти витка (відношення висоти витка до його товщини понад 5), а також складність технологічного процесу через необхідність попереднього нагрівання штучної заготовки.

Відомий спосіб виготовлення шнекової заготовки, при якому здійснюють повітряно-плазмове різання штучної заготовки, яка здійснює обертотворний 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 (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. - № 2. - P. 23-32).

Недоліком такого способу є обмежені технологічні можливості отримання шнекової заготовки зі значною питомою висотою витка, малою номенклатурою можливих отримуваних профілів та значною шириною гвинтової канавки, через малий діаметр плазмового потоку так як при використанні круглій форми вихідного отвору сопла плазмотрона, залежно від кута нахилу повітряно-плазмового потоку відносно осі заготовки можна отримувати шнекові заготовки лише з круглим, еліпсоїдним чи параболоїдним профілем гвинтової канавки, а також низька якість поверхонь гвинтової канавки внаслідок наявності оплавлень країв канавки та поверхневих дефектів, спричинених таким повітряно-плазмовим різанням.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення способу виготовлення шнекової заготовки для розширення технологічних можливостей її отримання із підвищенням значенням питомої висоти витка, більшої ширини та необхідної форми гвинтової канавки, а також підвищення якості поверхні її гвинтової канавки, яка полягає у зменшенні шорсткості її поверхонь та локальній зміні фізико-механічних властивостей матеріалу в сторону їх покращення за рахунок суміщення операцій повітряно-плазмового різання та гарячого вальцювання деформуючими роликками шляхом реалізації способу виготовлення шнекової заготовки, при якому здійснюють повітряно-плазмове різання штучної заготовки, яка здійснює обертотворний 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, причому одночасно з повітряно-плазмовим різанням виконують вальцювання отриманої гвинтової канавки деформуючими роликками, які переміщують вздовж поздовжньої осі штучної заготовки зі швидкістю, яка дорівнює швидкості переміщення повітряно-плазмового потоку вздовж цієї ж осі до утворення необхідного профілю гвинтової канавки шнекової заготовки.

На графічному зображенні представлена схема виконання заявленого способу.

Спосіб реалізується наступним чином:

Штучну заготовку 1, яка виконана у вигляді порожнистого чи суцільного вала встановлюють в спеціальному пристосуванні (не показано) з можливістю обертання зі швидкістю ω навколо власної осі. Як інструмент використовують плазмотрон 2, розміщений з можливістю поздовжнього руху S відносно такої штучної заготовки.

У процесі виготовлення шнекової заготовки 3 штучну заготовку 1, яка здійснює обертотворний рух, піддають повітряно-плазмовому різанню повітряно-плазмовим потоком 4 до утворення гвинтової канавки 5. При цьому повітряно-плазмовий потік спрямовують дотично до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю отриманої гвинтової канавки 5 і переміщують вздовж поздовжньої осі згаданої заготовки. Одночасно з повітряно-плазмовим різанням виконують вальцювання отриманої і нагрітої повітряно-плазмовим потоком згаданої гвинтової канавки 5 деформуючими роликками 6 і 7 до утворення необхідного профілю гвинтової канавки 8 шнекової заготовки 3. Такі деформуючі ролики 6 і 7 здійснюють обертотворний рух ω_1 та переміщують вздовж поздовжньої осі штучної заготовки 1 зі швидкістю, яка дорівнює швидкості переміщення повітряно-плазмового потоку вздовж згаданої осі.

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. Це дозволило використати стан нагрітої заготовки для її гарячого пластичного деформування.

Задача розширення технологічних можливостей отримання шнекової заготовки із підвищенням

значенням питомої висоти витка, а також ширини та необхідної форми гвинтової канавки вирішена шляхом того, що утворену і нагріту внаслідок повітряно-плазмового різання гвинтову канавку, яка характеризується незначним значенням питомої висоти витка та малою шириною гвинтової канавки, одночасно зі згаданим різанням вальцюють деформуючими роликами із заданим профілем їх поперечних перерізів. Внаслідок цього забезпечується формування необхідного профілю гвинтової канавки через перерозподіл металу в зоні деформації та більше заглиблення деформуючих роликів у тіло оброблюваної штучної заготовки в зоні западини гвинтової канавки. Це призводить до додаткового збільшення питомої висоти витка та ширини канавки. У цьому випадку форма профілю гвинтової канавки та її розміри визначається формою профілю деформуючих роликів та параметрами їх розміщення відносно штучної заготовки.

Спосіб можна легко реалізувати на базі існуючого парку технологічного устаткування для поперечно-гвинтового прокатування.

Задача підвищення якості поверхонь шнекової заготовки вирішена шляхом того, що внаслідок гарячої пластичної деформації перехідної гвинтової канавки деформуючими роликами, зменшується шорсткість поверхонь та відбувається локальна зміна фізико-механічних властивостей матеріалу в сторону їх покращення (підвищується щільність матеріалу) за рахунок ліквідації плазмових дефектів, пористості та мікротріщин, які утворилися в поверхневих шарах зони термічного впливу у процесі повітряно-плазмового різання.

Спосіб забезпечує безперервне високопродуктивне виготовлення шнекової заготовки за рахунок суміщення процесів повітряно-плазмового різання та гарячого вальцювання деформуючими роликами. Для реалізації такої технології відсутня необхідність в окремій операції нагрівання штучної заготовки.

Приклад виконання способу

Здійснювали виготовлення шнекової заготовки із такими параметрами діаметр внутрішньої крайки гвинтової канавки шнекової заготовки - 120 мм; зовнішній діаметр - 140 мм; крок - 40 мм, товщина витка за зовнішньою його крайкою - 28 мм, форма профілю гвинтової канавки - півкругла з радіусом скруглення 14 мм. Матеріал шнекової заготовки - високолегована низьковуглецева сталь 30X.

Для повітряно-плазмового різання використовували плазмотрон плазмотрон ПБР-402М з діаметром сопла 4 мм, тиск плазмотвірного газу на вході в плазмотрон, 4,0 кгс/см², плазмотвірний газ - повітря, охолодження плазмотрона - примусове, тиск охолоджуючої рідини на вході в плазмотрон, 3,0 кгс/см².

Режими повітряно-плазмового різання: струм дуги - 300 А, напруга - 250, лінійна швидкість різання - 0,3 м/хв, величина поздовжньої подачі інструмента дорівнювала кроку перехідної гвинтової канавки і становила 40 мм/об.

В процесі реалізації запропонованого способу, штучну заготовку, яка здійснювала обертовий рух, піддавали різанню повітряно-плазмовим потоком, який переміщували вздовж її поздовжньої осі і який був направлений дотично до концентричної поверхні, яка огинає западину профілю утвореної гвинтової канавки. Внаслідок такого повітряно-плазмового різання отримали гвинтову канавку з еліпсоїдним профілем шириною 7 мм і висотою витка 7 мм (питома висота витка $7/(40-7)=0,21$).

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 витка 300 °С. Мікротвердість поверхні витка (в охолодженому стані), утвореного після повітряно-плазмового різання становила 600 кг/мм². Шорсткість бічних поверхонь проміжної гвинтової канавки становила $Rz=530$ мкм.

Одночасно з повітряно-плазмовим різанням виконували вальцювання утвореної перехідної гвинтової канавки деформуючими роликами до утворення необхідного профілю гвинтової канавки штучної заготовки. При цьому деформуючі ролики переміщували вздовж поздовжньої осі штучної заготовки зі швидкістю 40 мм/об, яка дорівнювала швидкості переміщення повітряно-плазмового потоку вздовж цієї ж осі.

Ширина утвореної гвинтової канавки після вальцювання такими роликами становила 12 мм, висота витка 16 мм, товщина витка - 14 мм (питома висота витка $16/(40-12)=0,571$). Мікротвердість поверхні витка (в охолодженому стані) становила 1200 кг/мм², а шорсткість - 80 Rz.

Таким чином, запропонований спосіб відрізняється розширеними технологічними можливостями отримання шнекових заготовок із підвищеним значенням питомої висоти витка, більшої ширини та необхідної форми гвинтової канавки, також із підвищеною якістю її поверхонь.

