Винахід належить до технології машинобудування і може використовуватись для виготовлення гвинтових заготовок із малопластичних і високолегованих металів і сплавів у виробництві робочих органів шнекових транспортерів, металорізального інструменту з гвинтовими лезами, гвинтових паль та анкерів.

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 штучної 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 вказаної технології є обмежені технологічні можливості та низька продуктивність виготовлення довгомірних гвинтових заготовок з тонкостінним профілем поперечного перерізу витка. Це зумовлено тим, що як початкову заготовку використовують дорогий порожнистий профіль, здебільшого у вигляді трубного прокату. За один прохід плазмового потоку отримують лише одну заготовку з кроком витка, який дорівнює сумі величин товщини витка та ширини прорізі. Крім цього недоліком є низька якість гвинтових заготовок внаслідок наявності дефектів на бічних поверхнях витків через значний перепад температур у зоні різу та в тілі витка отриманої гвинтової заготовки.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, за яким на валковому прошивному стані гвинтового прокатування здійснюють проникнення довгомірної оправки з деформуючим носком в тіло попередньо нагрітої суцільної циліндричної заготовки, яка здійснює обертовий та поступальний рухи за допомогою валків, що здійснюють обертовий рух до утворення в оброблюваній заготовці порожнистого профілю (Богатов А.А., Павлов Д.А., Нухов Д.Ш. Винтовая прокатка непрерывно-литых заготовок из конструкционных марок стали: учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та. 2017. 164 с.).

Недоліком вказаної технології є обмежені технологічні можливості виготовлення гвинтових заготовок.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення способу виготовлення гвинтової заготовки для скорочення потреб у виробничих площах та кількісному технологічному устаткуванні, зменшення витрати часу на реалізацію такого способу, розширення технологічних можливостей процесу отримання гвинтових заготовок з більшою питомою висотою витків, та підвищення якості отримуваних заготовок, яке полягає у зменшенні внутрішніх напружень та зменшенні ймовірності виникнення тріщин на бічних поверхнях витків та збільшенні міцнісних характеристик гвинтових заготовок за рахунок одночасного виконання процесів прошивання та повітряно-плазмового різання шляхом реалізації способу виготовлення гвинтової заготовки, за яким на валковому прошивному стані гвинтового прокатування здійснюють проникнення довгомірної оправки з деформуючим носком в тіло попередньо нагрітої суцільної циліндричної заготовки, яка здійснює обертовий та поступальний рухи за допомогою валків, що здійснюють обертовий рух до утворення в оброблюваній заготовці порожнистого профілю, причому одночасно з проникненням довгомірної оправки з деформуючим носком в тіло суцільної циліндричної заготовки здійснюють по гвинтових лініях наскрізне повітряно-плазмове прорізування стінки утвореного порожнистого профілю зміщеними один відносно одного в коловому напрямку і радіально направленими щонайменше двома плазмовими потоками до одночасного утворення щонайменше двох гвинтових заготовок.

На графічному зображенні представлена схема виконання заявленого способу.

Спосіб реалізується наступним чином.

На валковому прошивному стані гвинтового прокатування (не показано) здійснюють проникнення довгомірної оправки 1 з деформуючим носком 2 діаметром d_n в тіло попередньо нагрітої суцільної циліндричної заготовки 3 діаметром d_z, яка здійснює обертовий ω та поступальний S_z рухи за допомогою валків 4 і 5, що здійснюють обертові рухи ω_t до утворення в оброблюваній заготовці порожнистого профілю 6. Як напрямний інструмент при прошивці, наприклад, на двовалковому стані можна використовувати лінійки, привідні або непривідні диски та ролики (не показано).

Суцільна циліндрична заготовка 3 може бути катаною, кованою або литою. Перед її пластичним деформуванням виконують її попереднє нагрівання до температури пластичного деформування за відомими способами у кільцевих, карусельних, секційних газових або індукційних печах.

Для реалізації способу можна використовувати бочкоподібні, грибоподібні, чашкоподібні або дискові валки. Вісь бочкоподібного валка відносно осі прошивки у горизонтальній площині повинна бути нахилена під кутом розкочування δ (не показано), а у вертикальній площині під кутом подачі - β (не показано). Носки оправки можуть бути сферичні, дугові, або конічні.

Початкова заготовка в кліть валкового прошивного стану гвинтового прокатування подається штовхачем 7.

Одночасно з проникненням довгомірної оправки з деформуючим носком в тіло суцільної циліндричної заготовки здійснюють по гвинтових лініях наскрізне повітряно-плазмове прорізування стінки (проплавлення та видалення розплавленого матеріалу із зони різання повітряно-плазмовим

потоком) утвореного порожнистого профілю зміщеними один відносно одного в коловому напрямку і радіально направленими щонайменше двома плазмовими потоками 8 і 9, створюваними щонайменше двома плазмотронами 10 і 11, які розміщені в отворі порожнистого профілю на оправці 1. В результаті цього здійснюється одночасне утворення щонайменше двох гвинтових заготовок 12 і 13 із зовнішнім діаметром D, внутрішнім діаметром d, кроком витків T і товщиною витка H.

Величина кута зміщення плазмових потоків один відносно одного в коловому напрямку залежить від кількості одночасно отримуваних гвинтових заготовок.

У заявленому способі задача скорочення потреб у виробничих площах та окремому технологічному устаткуванні (для реалізації двох різних процесів), зменшення витрати часу на реалізацію такого способу вирішена за рахунок підвищення коефіцієнта концентрації операцій через об'єднання процесів прошивання суцільної циліндричної заготовки для утворення порожнистого профілю та повітряно-плазмового різання за допомогою щонайменше двох повітряно-плазмових потоків, створених щонайменше двома плазмотронами. Наслідком цього є одночасне отримання щонайменше двох гвинтових заготовок. В результаті цього скорочується потреба транспортних операціях та відповідно зменшується витрати часу на його обслуговування та реалізації технологічного способу, так як згадані процеси здійснюються одночасно. Технологію легко реалізувати на базі стандартного парку високопродуктивного технологічного устаткування для гвинтового прокатування: на валковому (двовалковому чи тривалковому стані) з додатковим монтуванням на них технічного спорядження для повітряно-плазмового різання. Крім цього для ефективної реалізації операції прошивання необхідна операція попереднього нагрівання суцільної циліндричної заготовки. Тому у заявленому способі операцію прошивання та повітряно-плазмове різання здійснюють над однократно нагрітою заготовкою.

Задача розширення технологічних можливостей процесу отримання гвинтових заготовок з більшою питомою висотою витків вирішена за рахунок повітряно-плазмового різання порожнистого профілю, нагрітого до температури пластичного деформування матеріалу. У цьому випадку ширина зрізу d_{pr} меншою мірою залежить від ширини 0,5(D-d) витка, марки матеріалу суцільної циліндричної заготовки, величини зварювального струму і напруги, об'єму витрати плазмоутворюючого газу. Як наслідок це дозволяє реалізувати технологію отримання гвинтових заготовок з більшою висотою витка у порівнянні з різанням ненагрітого матеріалу. У цьому зв'язку, базуючись на стандартній класифікації труб на основі урахування відношення діаметра Dm до товщини B стінки, запропоновану технологію доцільно використовувати при виготовленні гвинтових заготовок з різних видів порожнистого профілю, а саме особливо товстостінного (Dm/B<5,5) та товстостінного (Dm/B=5÷9).

При цьому спосіб дозволяє отримувати гвинтові заготовки, крок T яких кратний сумі товщини витка H та ширини прорізі d_{pr}, отриманої внаслідок повітряно-плазмового різання порожнистого профілю:

$T=(H+d_{pr})k$ $k\geq 2$,

де k - кількість одночасно вирізуваних гвинтових заготовок.

Тобто мінімальний крок витків гвинтової заготовки дорівнює подвоєній сумі величин H і d_{pr}.

Задача підвищення якості отримуваних заготовок, яка полягає у зменшенні внутрішніх напружень та зменшенні ймовірності виникнення тріщин на бічних поверхнях витків та збільшенні міцнісних характеристик гвинтових заготовок вирішена за рахунок того, що здійснюють повітряно-плазмове різання нагрітого порожнистого профілю, що зменшує різкий перепад температур в оброблюваній деталі в зонах віддалених і зонах, прилягаючих до зони різу. Завдяки цьому обмежені фазові і структурні перетворення, зменшений об'єм вигоряння частини легуючих елементів, та відбуваються менші зміни хімічного складу і властивостей металу в зоні термічного впливу. Крім цього, у процесі прошивання здійснюється формування волокон матеріалу по гвинтовій лінії, параметри якої збігаються з параметрами гвинтових ліній повітряно-плазмового різання, а отже, і напрямком розміщення волокон в отриманих гвинтових заготовках, що підвищує міцнісні характеристики таких заготовок.

За згаданим способом доцільно отримувати гвинтові заготовки із малопластичних та важкодеформованих сталей та сплавів, наприклад, таких, як Х12, Х12М, 45Х14Н14В2М, ХН77ТЮР, ХН56ВМКЮ, ХН55ВМТФКЮ, ХН51ВМТЮКФР, ЕК-31, Р6М5К5 та ін.

Приклад конкретного виконання способу.

Здійснювали виготовлення двох гвинтових заготовок із відкритою навивкою витків, кожна з яких характеризується такими параметрами: внутрішній діаметр d=350 мм; зовнішній діаметр D=426 мм; ширина витка (D-d)/2=38 мм, крок T=20 мм, максимальна товщина витка H=7 мм зі сталі Х12М. Для цього використовували суцільну циліндричну заготовку із зовнішнім діаметром 410 мм і довжиною 1000 мм.

Перед механічною обробкою згадану заготовку у вертикальному положенні нагрівали в камерній електричній печі до температури пластичного деформування 1150 °С протягом 15…20 хвилин.

Як напрямний інструмент при прошивці на двовалковому стані використовували лінійки з високолегованого сплаву (бідулоїдний чавун) з твердістю HRC 60….62. Відстань між лінійками - 397 мм.

Оправка виготовлена зі сталі 4Х5МФС. Діаметр носка оправки 330 мм.

Перед роботою носок оправки піддавали термообробці в камерній електричній печі протягом 30…35 хвилин при температурі 930 °С для утворення шару окалини на робочій поверхні, яка служить своєрідним мастилом і запобігає налипанню металу, що деформується, на інструмент.

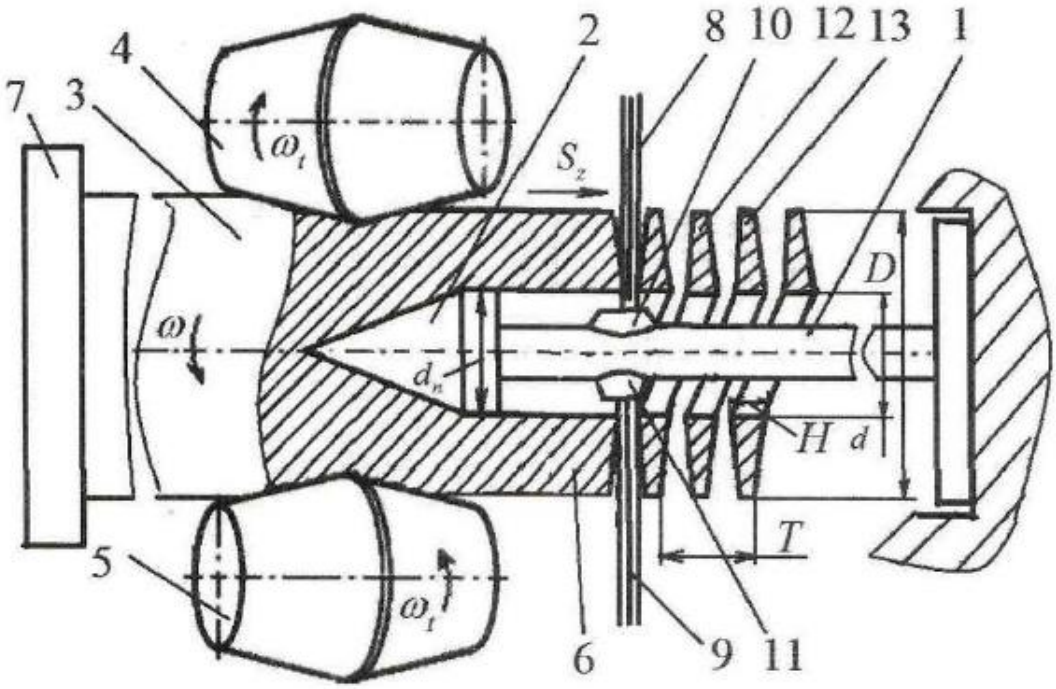
Перед прошивкою на оправку наносили технологічне мастило у вигляді суміші машинного масла з добавками порошкоподібного графіту.

Частота обертання валків 75 об/хв. Відстань між валками - 368 мм.

Кут подачі - 10°. Кут розкочування дорівнює 12°. Коефіцієнт розкатування становить 20 %.

На двовалковому прошивному стані гвинтового прокатування після проникнення довгомірної оправки з деформуючим носком в тіло попередньо нагрітої суцільної циліндричної заготовки утворювався на оброблюваній заготовці порожнистий профіль, зовнішній та внутрішній діаметри якого становили, відповідно, 426 і 350 мм. Одночасно здійснювали по гвинтових спіралях наскрізне повітряно-плазмове прорізування стінки такого порожнистого профілю двома плазмовими потоками, за допомогою двох плазмотронів і зміщеними один відносно одного в коловому напрямку на кут 180 град.

Для цього використовували плазмотрони ПВР-402М (плазмотвірний газ - повітря, витрата повітря 54 л/хв., охолодження плазмотрона - примусове, тиск охолоджуючої рідини на вході в плазмотрон, 3,0 кгс/см^2), які встановлені на оправці. Режими повітряно-плазмового різання: струм дуги - 130А, напруга - 160 В. Ширина прорізу d_{pr} дорівнює 3 мм.

В результаті реалізації такого способу одночасно отримали дві гвинтові заготовки з однаковими геометричними параметрами.

Таким чином, запропонований спосіб характеризується скороченими потребами у виробничих площах та кількісному технологічному устаткуванні, зменшеними витратами часу на реалізацію такого способу, розширеними технологічними можливостями процесу отримання гвинтових заготовок з більшою висотою витків та підвищеною якістю отримуваних заготовок із малопластичних і високолегованих металів і сплавів.