

Винахід належить до технології машинобудування і може використовуватись для виготовлення гвинтових заготовок із важкооброблюваних матеріалів у виробництві гвинтових паль та анкерів, бурів, спіралей шнекових транспортерів.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, за яким здійснюють на роликовій профілезгинальній машині електронагрівання та згинання на ребро штучної заготовки (Ухватов Н.Н., Лысов М.И., Закиров И.М., Сквордяков В.П., Гатауллин С.Х. Гибка полос из титановых сплавов на ребро с электронагревом. Кузнечно-штамповочное производство. 1972. № 5. С. 40-43).

Недоліком такого способу є складність виготовлення гвинтових заготовок.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, при якому здійснюють наскрізне повітряно-плазмове прорізування по гвинтовій траєкторії товстостіткової гвинтової заготовки повітряно-плазмовим потоком з одночасним видаленням розплавленого матеріалу з порожнини різку струменем стисненого повітря (Патент України № 125573, Опубл. 10.05.2018, Бюл. № 9).

Недоліком такого способу є низька продуктивність, потреби у значних виробничих площах для розміщення технологічного устаткування та складність реалізації способу через наявність окремих операцій отримання товстостіткової гвинтової заготовки та її повітряно-плазмового різання, а також необхідність у використанні спеціального устаткування для забезпечення обертання згаданої гвинтової заготовки навколо власної осі та переміщення плазмотрона вздовж осі такої заготовки. Крім цього внаслідок повітряно-плазмового різання не нагрітої товстостіткової гвинтової заготовки через різкий перепад температур в матеріалі виникають неоднорідні внутрішні напруження, які можуть привести до виникнення тріщин в поверхнях.

Відомий спосіб виготовлення гвинтової заготовки, за яким отримують штучну заготовку, потім на роликовій профілезгинальній машині здійснюють її послідовне електронагрівання, згинання на ребро до утворення на ній зігнутої ділянки та калібрування її на крок (Пат. №70379UA; заявл. 16.11.2011; опубл. 11.06.2012, Бюл. № 11).

Недоліком вказаного способу є низька продуктивність, обмежені технологічні можливості та якість виготовлення гвинтової заготовки через можливість одночасного отримання лише однієї спіралі із незначною питомою висотою (відношенням висоти витка до його товщини) не більше 2-3 од. та труднощі отримання на штучній заготовці зігнутої ділянки з великим значенням питомої висоти витка та калібрування на крок зігнутої ділянки із значною її товщиною на роликовій профілезгинальній машині через спотворення форми і розмірів витка і втрату стійкості оброблюваної заготовки.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення способу виготовлення гвинтової заготовки, що полягає у підвищенні коефіцієнта концентрації операцій і забезпечення одночасного отримання щонайменше двох гвинтових заготовок для підвищення продуктивності праці, розширення технологічних можливостей виготовлення гвинтових заготовок з більшою питомою висотою витків, покращення їх якості внаслідок зменшення внутрішніх напружень та ймовірності виникнення тріщин на бічних поверхнях витків за рахунок реалізації способу виготовлення гвинтової заготовки, за яким отримують штучну заготовку, потім на роликовій профілезгинальній машині здійснюють її послідовне електронагрівання, згинання на ребро до утворення на ній зігнутої ділянки у формі плоского кільцевого сектора та калібрування її на крок, причому на роликовій профілезгинальній машині перед калібруванням виконують наскрізне повітряно-плазмове прорізування зігнутої ділянки щонайменше одним повітряно-плазмовим потоком, направленим радіально відносно центра такої зігнутої ділянки до утворення щонайменше двох зігнутих профілів, які одночасно калібрують на крок до утворення щонайменше двох гвинтових заготовок з однаковою висотою витка.

На рисунку зображено схему реалізації запропонованого способу.

Спосіб реалізується наступним чином:

Із листового чи смугового прокату отримують штучну заготовку 1. Після цього на роликовій профілезгинальній машині (не показано), оснащеної згинаючими роликами 2, 3 і 4, щонайменше одним плазмотроном 5 і калібрувальним механізмом 6 здійснюють формування щонайменше двох гвинтових заготовок 7. Це виконують шляхом одночасного електронагрівання штучної заготовки 1, її згинання на ребро до утворення на ній зігнутої ділянки 8 у формі плоского кільцевого сектора, наскрізне повітряно-плазмове прорізування зігнутої ділянки щонайменше одним повітряно-плазмовим потоком 9, направленим радіально відносно центра такої зігнутої ділянки до утворення щонайменше двох зігнутих профілів 10, які одночасно калібрують на крок до утворення щонайменше двох гвинтових заготовок 7 з однаковою висотою витків. В процесі повітряно-плазмового різання відбувається проплавлення та видалення розплавленого матеріалу з порожнини різку повітряно-плазмовим потоком 9.

Електронагрів на роликовій профілезгинальній машині здійснюють за рахунок підведення струму до штучної заготовки та деформуючих роликів. Це сприяє зменшенню зусилля деформації при згинанні на ребро штучної заготовки, при калібруванні на крок одночасно декількох зігнутих профілів, а також зменшенню перепаду температур в матеріалі при його повітряно-плазмовому різанні.

У заявленому способі задачу підвищення коефіцієнта концентрації операцій і забезпечення одночасного отримання щонайменше двох гвинтових заготовок для підвищення продуктивності праці

вирішено за рахунок об'єднання процесів утворення гвинтової заготовки та її повітряно-плазмового різання. У цьому випадку відпадає необхідність у додатковому технологічному устаткуванні, виробничих площах та витратах часу на його обслуговування у виробничому процесі. В результаті реалізації такої технології отримують щонайменше дві гвинтові заготовки із висотою витка B і товщиною витка, яку можна визначити за формулою

$$H_t = (H_z - k f) / (k + 1),$$

де H_z - товщина зігнутої ділянки штучної заготовки,

B - висота витка;

k - кількість повітряно-плазмових потоків, направлених радіально відносно зігнутої ділянки штучної заготовки,

f - ширина зрізу, тобто ширина зони прорізування.

Задачу розширення технологічних можливостей виготовлення гвинтових заготовок з більшою питомою висотою витків, вирішено завдяки формуванню зігнутої ділянки у формі плоского кільцевого сектора з малим значенням його питомої висоти для попередження втрати стійкості при згинанні на ребро штучної заготовки з наступним наскрізним повітряно-плазмовим прорізуванням зігнутої ділянки щонайменше одним повітряно-плазмовим потоком. В результаті цього отримують декілька заготовок з однаковою висотою витка, але меншою його товщиною. Таким чином отримані гвинтові заготовки характеризуються більшим значенням питомої висоти витка B/H_t , у порівнянні з питомою висотою B/H_z зігнутої ділянки, і питомою висотою витка гвинтових заготовок, які отримують за відомим способом. Одночасне калібрування на крок щонайменше двох зігнутих нагрітих профілів із незначною товщиною витка характеризується незначними зусиллями її деформації та стійкістю оброблюваної заготовки. Отримання гвинтових заготовок на роликівій профілезгинальній машині з досягнутим значенням питомої висоти витка без використання процесу повітряно-плазмового різання складно через втрату стійкості штучної заготовки при її згинанні на ребро.

У заявленому способі задача покращення отримання якості гвинтових заготовок внаслідок зменшення внутрішніх напружень та ймовірності виникнення тріщин на бічних поверхнях витків досягнуто за рахунок відсутності різкого перепаду температур внаслідок наскрізного повітряно-плазмового прорізування попередньо нагрітої зігнутої ділянки оброблюваної заготовки повітряно-плазмовим потоком. Внаслідок такого повітряно-плазмового різання об'єми металу, що прилягають до зони різання 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. В результаті цього через різкий перепад температур в частині металу розвиваються фазові і структурні перетворення, відбувається вигорання частини легуючих елементів, зміна хімічного складу і властивостей металу в зоні термічного впливу. Перекристалізація зі зміною фазового складу та структури супроводжується появою напруг, які можуть у деяких випадках призвести до утворення тріщин у поверхневих шарах зони термічного впливу. Крім того, різний фазовий склад обумовлює локальну зміну механічних та фізичних властивостей матеріалу. Тому для попередження впливу згаданих негативних чинників важливим є повітряно-плазмове різання попередньо нагрітої оброблюваної заготовки.

Приклад конкретного виконання способу

Здійснювали виготовлення гвинтових заготовок із відкритою навивкою витків (матеріал - сталь С12Ni50Cr12Mo45), яка характеризується такими параметрами: внутрішній діаметр - $d=360$ мм; зовнішній діаметр - $D=450$ мм; крок $T=450$ мм, товщина витка - 10 мм. Питома висота витка $(450-360)/2 \cdot 10=4,5$.

Із листового чи смугового прокату отримали штучну заготовку висотою 46 мм і товщиною $H_z=25$ мм.

Формування гвинтових заготовок здійснювали на роликівій профілезгинальній машині шляхом одночасного електронагрівання штучної заготовки до температури 1000 С, її згинання на ребро до утворення на ній зігнутої ділянки із внутрішнім діаметром 411 мм і зовнішнім діаметром 501 мм, наскрізного повітряно-плазмового прорізування зігнутої ділянки одним повітряно-плазмовим потоком ($k=1$), направленим радіально відносно такої зігнутої ділянки до утворення двох зігнутих профілів товщиною $H_t = (H_z - k f) / (k + 1) = (24 - 4) / (1 + 1) = 10$ мм, які одночасно калібрували на крок до утворення двох гвинтових заготовок з однаковою висотою витка рівною 45 мм. Режими повітряно-плазмового різання такі: % сила струму $300A$, витрата повітря 52 л/хв, напруга - 180 В, швидкість різання $1,4$ мм/хв, ширина розрізу 4 мм.

У випадку згинання на ребро на роликівій профілезгинальній машині штучної заготовки без використання процесу повітряно-плазмового різання можна отримати гвинтові заготовки із малим значенням питомої висоти витка $(46/25=1,84)$.

Таким чином, запропонований спосіб характеризується підвищеною продуктивністю праці, розширеними технологічними можливостями та дозволяє отримувати гвинтові заготовки із підвищеною якістю із важкооброблюваних матеріалів.

