



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **147056** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
B23K 7/00
B23K 10/02 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2020 07191</p> <p>(22) Дата подання заявки: 10.11.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 08.04.2021</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 07.04.2021, Бюл.№ 14</p>	<p>(72) Винахідник(и): Нечаєв Василь Павлович (UA), Рязанцев Антон Олександрович (UA), Лавриненко Денис Олегович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50027 (UA)</p> <p>(74) Представник: Кривенко Юрій Юрійович, реєстр. №255</p>
---	--

(54) СПОСІБ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ З ПЛАЗМОВИМ НАГРІВАННЯМ ЗОНИ РІЗАННЯ

(57) Реферат:

Спосіб механічної обробки з плазмовим нагріванням зони різання включає нагрівання без оплавлення плазмовою дугою поверхні різання оброблюваної деталі з регульованою силою струму, переміщення дуги вздовж поверхні різання. Параметри режиму нагрівання встановлюють таким чином, щоб забезпечити знеміцнення структури поверхневого шару деталі на задану глибину з урахуванням накопиченого тепла в матеріалі заготовки. Значення сили струму плазмової дуги визначають за формулою.

UA 147056 U

Корисна модель належить до машинобудування, а саме до механічної обробки, у тому числі до області механічної обробки електропровідних матеріалів з нагріванням припуску, і може бути використана при обробці литих і кованих злитків і заготовок із твердою ливарною кіркою або з важкооброблюваних сплавів.

5 Відомий "Спосіб механічної обробки з підігрівом" зони різання плазмовою дугою, що включає нанесення стружкоділильної канавки на поверхню різання впливом імпульсів струму плазмотрона (А.С. SU 860936, опубл. 07.09.81, бюлетень № 33).

Вищезгаданий спосіб має ряд недоліків. Так, розплавлений імпульсом плазмотрона метал у зоні стружкоутворення не у всіх випадках видаляється з неї, що погіршує процес стружкоутворення. Крім цього, щоб запобігти кристалізації (пакування) розплавленого металу в зоні стружкоділильної канавки, різець необхідно розташовувати в безпосередній близькості від плями нагрівання (2-5 см), що приводить до перегріву твердосплавного інструмента, його підвищеному зношуванню й зниженню в цілому технологічних можливостей даного способу.

10 Найближчим аналогом є "Спосіб плазмово-механічної обробки" (патент 134189 Україна, МПК В23К 10/02. № u201811200; опубл. 10.05.19, бюлетень № 9), включає нагрівання без оплавлення плазмовою дугою поверхні різання оброблюваної деталі із заданою силою струму, переміщення дуги вздовж поверхні різання.

Нагрівання здійснюють дугою, спрямованою фронтально до поверхні різання та коливною, щодо свого середнього положення із частотою зовнішнього змінного магнітного поля поперек вектора швидкості різання, з амплітудою, що дорівнює ширині поверхні різання. При цьому параметри режиму нагрівання встановлюють таким чином, щоб забезпечити знеміцнення структури поверхневого шару деталі на задану глибину, що дозволяє підвищити ефективність процесу різання, забезпечити стабільність керування параметрами процесу плазмово-механічної обробки та збільшити стійкість інструмента.

20 Недоліками способу є: відсутні відомості, що дозволяють регулювати силу струму плазмової дуги, як головного параметру плазмового нагрівання, в залежності від теплофізичних властивостей матеріалу заготовки та технологічних режимів механічної обробки. Також для сканування плазмової дуги застосовується додатковий пристрій у вигляді магнітної відхиляючої системи, що знижує загальний рівень технічної надійності комплексу внаслідок можливої раптової відмови, виникають додаткові витрати, та при цьому не дозволяють встановити раціональні параметри плазмової дуги.

25 Задачею корисної моделі є підвищення продуктивності процесу різання та збільшення стійкості різального інструменту за рахунок застосування такої комбінації параметрів нагрівання припуску плазмовою дугою те відносної швидкості переміщення джерела нагрівання та деталі, установлення яких дозволяє реалізувати процес плазмово-механічної обробки без оплавлення та перегріву припуску, з урахуванням накопиченого тепла в заготовці.

30 Технічний результат від використання пропонованої корисної моделі механічної обробки з плазмовим нагріванням зони різання литих, кованих злитків і заготовок із твердою ливарною кіркою або з важкооброблюваних сплавів забезпечує поліпшення їх оброблюваності шляхом створення по всьому перерізу припуску, за рахунок термічного впливу, структури, яка має значно більш низькі фізико-механічні властивості, чим вихідний матеріал заготовки. Внаслідок цього також підвищується період стійкості різального інструменту.

35 Поставлена задача вирішується за рахунок способу плазмового нагрівання припуску, яке включає плазмове нагрівання поверхні різання без оплавлення, при регульованій силі струму, термічне знеміцнення матеріалу припуск) та переміщення його в зону обробки зі швидкістю різання для наступного видалення різцем.

40 Згідно з корисною моделлю, нагрівання здійснюють дугою, спрямованою фронтально до поверхні різання, яка переміщується відносно деталі з заданою відносною швидкістю, що дорівнює швидкості різання. При цьому параметри режиму нагрівання встановлюють таким чином, щоб обмежити значення сили струму плазмової дуги та одночасно забезпечити достатнє знеміцнення структури поверхневого шару деталі по всьому перерізу припуску, з урахуванням додаткової температури, викликаного накопиченням тепла в заготовці, що дозволяє уникнути перегріву припуску, підвищити ефективність процесу різання та збільшити стійкість інструмента.

45 Щоб уникнути перегріву припуску та розташованих нижче шарів заготовки, силу струму плазмової дуги встановлюють з урахуванням накопиченого тепла в заготовці:

$$I \approx \frac{\theta_H \times b \times \lambda \times L \times \sqrt{k_1} \times \exp[0,01 \times k_1 \times a^2]}{\beta \times C_H}$$

де I - сила струму плазмової дуги, А;

θ_n - середня температура нагрівання припуску по перерізу шару, що зрізується, на ріжучій кромці інструмента, С;

a, b - товщина та ширина перерізу шару, що зрізується, мм;

λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/см·°С;

5 L - відстань між опорною плямою нагрівання та ріжучою кромкою, мм;

C_H - масштабна характеристика плазмової дуги залежно від виду плазмоутворювального газу ($C_H=60$ - для аргону; $C_H=90$ - для повітря);

k_1 - розмірний комплекс, що враховує параметри режиму різання та теплофізичні властивості матеріалу заготовки:

$$10 \quad k_1 = \frac{100 \times V}{24 \times \omega \times L},$$

де V - швидкість різання, м/хв, ω - коефіцієнт температуропровідності, см²/с;

β - коефіцієнт, що враховує накопичення тепла в заготовці в процесі механічної обробки з плазмовим нагріванням зони різання ($\beta=1,1 \dots 1,2$ - для чорнової обробки при більших перерізах зрізу; $\beta=1,25 \dots 1,5$ - для чистової обробки три знятті тонкої стружки):

$$15 \quad \beta = 1 + \frac{\theta_{нд}}{\theta_n},$$

де $\theta_{нд}$ - додаткова температура нагрівання припуску, викликана накопиченням теплоти в заготовці, °С.

Заявлена корисна модель пояснюється схемою, на якій показано видалення металу при декількох послідовних подвійних ходах заготовки.

20 Заготовка 1 установлюється на металорізальний верстат, на якому змонтований генератор плазми у вигляді одно дугового плазмотрона постійного струму. Плазмоутворювальний газ - повітря. По розташуванню плазмової дуги щодо дугового каналу, а також по впливу дуги на оброблюваний матеріал, він відноситься до плазмотронів прямої дії. Плазмотрон генерує електричну дугу, яка горить між катодом плазмотрона та поверхнею різання 2 на заготовці, і в
25 місці контакту реалізує теплову потужність через опорну пляму нагрівання джерела I_1 . На відстані L від плями нагрівання розташований різець, який зі швидкістю різання V переміщається назустріч нагрітій ділянці припуску перерізом $a \times b$ видаляє його ріжучою кромкою АС. У результаті формується оброблена поверхня деталі 3. Потім цикл нагрівання та різання повторюється.

30 При цьому в заготовку вноситься певна кількість теплоти, яка не повністю видаляється разом зі стружкою. За експериментальними даними, при чорновій обробці видаляють 70...80 % теплоти, при чистовій обробці 20...30 %, отже, значна частина теплоти, внесена плазмотроном, може залишатися в заготовці та приводити до виникнення деформацій та структурних змін обробленої поверхні.

35 При реалізації даного способу для обробки заготовок з легованих сталей, жароміцних і корозійностійких титанових сплавів, при встановленні параметрів нагрівання при механічній обробці з плазмовим нагріванням зони різання, а саме - сили струму плазмової дуги, враховуючи, що кінцева температура припуску в зоні контакту з ріжучою кромкою АС буде вище на величин) залишкової температури від попереднього циклу обробки, значення сили струму
40 плазмової дуги обмежують залежно від коефіцієнта накопиченого тепла ($\beta=1,1 \dots 1,2$ - для чорнової обробки при більших перерізах зрізу, а також для матеріалів з більшим значенням коефіцієнта теплопровідності (леговані сталі); $\beta=1,25 \dots 1,5$ - для чистової обробки при знятті тонкої стружки, а також для матеріалів з меншим значенням коефіцієнта теплопровідності (титанові й жароміцні сплави)).

45 У результаті цього, внесена кількість тепла дозволяє нагрівати заготовку без оплавлення її поверхні, здійснювати достатнє зниження міцності матеріалу припуску, і забезпечує якість обробленої поверхні.

50 Експериментальні результати дають можливість, при механічній обробці з плазмо зим нагріванням зони різання литих, кованих злитків і заготовок із твердою ливарною кіркою або з важкооброблюваних сплавів, розглядати умовну пляму нагрівання як колове рівномірно розподілене швидкорухоме джерело тепла. У результаті аналізу отриманих експериментальних досліджень, записуємо формулу визначення сили струму плазмової дуги:

У результаті аналізу отриманих експериментальних досліджень, записуємо формулу визначення сили струму плазмової дуги:

$$55 \quad I \approx \frac{\theta_n \times b \times \lambda \times L \times \sqrt{k_1} \times \exp[0,01 \times k_1 \times a^2]}{\beta \times C_H},$$

де I - сила струму плазмової дуги, А;
 θ_n - середня температура нагрівання припуску по перерізу шару, що зрізується, на ріжучій кромці інструмента, °С;
 a, b - товщина та ширина перерізу шару, що зрізується, мм;
 5 λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/см·°С;
 L - відстань між опорною плямою нагрівання та ріжучою кромкою, мм;
 C_n - масштабна характеристика плазмової дуги залежно від виду плазмоутворювального газу ($C_n=60$ - для аргону; $C_n = 90$ - для повітря);
 k_1 - розмірний комплекс, що враховує параметри режиму різання та теплофізичні властивості матеріалу заготовки:

$$k_1 = \frac{100 \times V}{24 \times \omega \times L},$$

де V - швидкість різання, м/хв,

ω - коефіцієнт температуропровідності см²/с;

15 β - коефіцієнт, що враховує накопичення тепла в заготовці в процесі механічної обробки з плазмовим нагріванням зони різання ($\beta=1,1\dots 1,2$ - для чорнової обробки при більших перерізах зрізу; $\beta=1,25\dots 1,5$ - для чистової обробки три знятті тонкої стружки):

$$\beta = 1 + \frac{\theta_{нд}}{\theta_n},$$

де $\theta_{нд}$ - додаткова температура нагрівання припуску, викликана накопиченням теплоти в заготовці, °С.

20 У результаті на оброблюваній поверхні заготовки виникає область термічно знеміцненого металу, що дозволяє збільшити продуктивність механічної обробки різцем при забезпеченні стабільності параметрів процесу плазмового нагрівання внаслідок відсутності оплавлення поверхні заготовки, зменшенні ступеня перегріву різця та, внаслідок цього, збільшенні його періоду стійкості.

25 Використання запропонованого способу механічної обробки з плазмовим нагріванням зони різання забезпечує підвищення продуктивності обробки заготовок з важкооброблюваних матеріалів, які використовуються в суднобудуванні, важкому машинобудуванні.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Спосіб механічної обробки з плазмовим нагріванням зони різання, що включає нагрівання без оплавлення плазмовою дугою поверхні різання оброблюваної деталі з регульованою силою струму, переміщення дуги вздовж поверхні різання, який **відрізняється** тим, що параметри режиму нагрівання встановлюють таким чином, щоб забезпечити знеміцнення структури поверхневого шару деталі на задану глибину з урахуванням накопиченого тепла в матеріалі заготовки, при цьому значення сили струму плазмової дуги дорівнює:

$$I \approx \frac{100 \times V \times L \times \omega \times \beta \times C_n}{24 \times a \times b},$$

де I - сила струму плазмової дуги, А;

40 θ_n - середня температура нагрівання припуску по перерізу шару, що зрізується, на ріжучій кромці інструмента, °С;

a, b - товщина та ширина перерізу шару, що зрізується, мм;

λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/см·°С;

L - відстань між опорною плямою нагрівання та ріжучою кромкою, мм;

45 C_n - масштабна характеристика плазмової дуги залежно від виду плазмоутворювального газу ($C_n = 60$ - для аргону; $C_n = 90$ - для повітря);

k_1 - розмірний комплекс, що враховує параметри режиму різання та теплофізичні властивості матеріалу заготовки:

$$k_1 = \frac{100 \times V}{24 \times \omega \times L},$$

де V - швидкість різання, м/хв,

50 ω - коефіцієнт температуропровідності, см²/с;

β - коефіцієнт, що враховує накопичення тепла в заготовці в процесі механічної обробки з плазмовим нагріванням зони різання ($\beta=1,1\dots 1,2$ - для чорнової обробки при більших перерізах зрізу;

$\beta=1,25\dots 1,5$ - для чистової обробки при знятті тонкої стружки):

$$\beta = 1 + \frac{\theta_{нд}}{\theta_H},$$

де $\theta_{нд}$ - додаткова температура нагрівання припуску, викликана накопиченням теплоти в заготовці, °С.

