



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 71469

(13) A

(51) 7 B23H1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ

1

2

(21) 20031213177

(22) 30.12.2003

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.

(72) Осипенко Василь Іванович, Савісько Руслан Іванович, Ступак Денис Олегович, Калейніков Геннадій Євгенович, Поляков Святослав Петрович

(73) ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб електроерозійної обробки, який здійснюють серіями імпульсів, що прикладають до дріт'яного електрода інструменту (ДЕІ) та заготовки, який відрізняється тим, що кількість імпульсів та тривалість паузи між серіями визначають розрахунком:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho} \frac{\partial T}{\partial \theta} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho} \frac{\partial T}{\partial z} \right)$$

$$T(r, \theta, z, 0) = T_n;$$

$$q_{md}|_s = \pm \alpha (T_s - T_n);$$

$$q_{km}|_s = \begin{cases} \frac{E_{km}}{\tau} \frac{1}{\sigma^2 \cdot 2 \cdot \pi} e^{-\frac{(z-z_0)^2 + (r-r_0)^2}{2\sigma^2}}; & i \cdot t_{\text{пер}} \leq t \leq \tau + i \cdot t_{\text{пер}}; \\ 0; & \tau + i \cdot t_{\text{пер}} < t < (i+1) \cdot t_{\text{пер}}; \end{cases}$$

$$T|_{z \rightarrow \pm \infty} = T_n$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності; r - радіус дріт'яного електрода; c, ρ - питома теплоємність та густина матеріалу дріт'яного електрода, T_n - постійна складова температурного поля ДЕІ; T_s - миттєве значення температури в точці на поверхні ДЕІ; α - коефіцієнт тепловіддачі; τ - тривалість імпульсу; σ - коефіцієнт кривої Гаусса (дорівнює 1/6 середнього діаметра лунки для заданого режиму роботи); θ_0 - кут точки прикладання імпульсу; θ - кут розрахункової точки; z_0 - висота точки прикладання імпульсу; z - висота точки, що розглядається; i - номер імпульсу, що розглядається; t - координата точки за часом; $t_{\text{пер}}$ - період проходження імпульсів.

Винахід відноситься до електрофізичних і електрохімічних методів обробки, а саме до методів електроерозійної обробки.

Відомий спосіб електроерозійної обробки (див. Японія, заявка №61-11732, опубл. 04.04.1986, №2-294), при якому на міжелектродний проміжок подають імпульси, що повторюються, які містять серію одиничних імпульсів визначеної тривалості та паузи між серіями.

Недоліком цього способу є необхідність наявності пауз які задають шляхом зупинки подачі заготовки та регулюванням величини міжелектродного проміжку.

Відомий спосіб електроерозійної обробки (див. Японія, заявка №62-2927, опубл. 22.01.1987, №2-74), при якому обробка здійснюється завдяки при-

кладенню на міжелектродний проміжок між дріт'яним електродом інструментом (ДЕІ) та заготовкою серії імпульсів. Серія складається з груп, коротких одиничних імпульсів визначеної тривалості та паузи між імпульсами. При цьому тривалість паузи між серіями імпульсів регулюють таким чином, щоб середній струм обробки відповідав швидкості робочої подачі при керуванні величиною міжелектродного проміжку (МЕР).

Вказаний спосіб найбільш близький по технологічній сутності до способу, що заявляється, і вибраний в якості прототипу.

Недоліком цього способу є те, що саме швидкість робочої подачі є визначником режиму. При використанні такого методу не враховується ряд параметрів наприклад таких як: матеріал

(13) A

(11) 71469

(19) UA

електрод-інструменту та заготовки, коефіцієнт покриття лунок, рівень максимально можливої потужності, що може бути введена в МЕП і не призведе до обриву дроту та інші.

В основу винаходу поставлено задачу шляхом визначення найбільш оптимальних параметрів забезпечити підвищення продуктивності та безперервність електроерозійної обробки.

Відмінність запропонованого способу полягає в тому, що з метою підвищення продуктивності та узгодження енергетичних та гідродинамічних умов в міжелектродному проміжку, кількість імпульсів та тривалість паузи між серіями визначається розрахунком.

Розрахунок проводиться згідно системи диференціальних рівнянь (1), що описує процес надходження енергії в дрітаний електрод та охолодження дроту за рахунок теплопровідності

вздовж електрода, а також тепловіддачі в охолоджуючу рідину

$$\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho} \frac{\partial T}{\partial \theta} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\lambda(T)}{c(T) \cdot \rho} \frac{\partial T}{\partial z} \right) \\ T(r, \theta, z, 0) = T_n; \\ q_{\text{мел}}|_S = \pm \alpha (T_s - T_u); \\ q_{\text{км}}|_S = \begin{cases} \frac{E_{\text{км}}}{\tau} \frac{1}{\sigma^2 \cdot 2 \cdot \pi} e^{-\frac{(z-z_0)^2 + (\theta-\theta_0)^2}{2\sigma^2}}; i \cdot t_{\text{неп}} \leq t \leq \tau + i \cdot t_{\text{неп}}; \\ 0; \tau + i \cdot t_{\text{неп}} < t < (i+1) \cdot t_{\text{неп}}; \end{cases} \\ T|_{z \rightarrow \pm \infty} = T_n \end{cases}$$

де λ - коефіцієнт теплопровідності;

r - радіус дрітаний електрода;

c, ρ - питома теплоємність та густина матеріалу дрітаний електрода;

T_n - постійна складова температурного поля ДЕІ;

T_s - миттєве значення температури в точці на поверхні ДЕІ;

α - коефіцієнт тепловіддачі;

τ - тривалість імпульсу;

σ - коефіцієнт кривої Гаусса (дорівнює 1/6 середнього діаметра лунки для заданого режиму роботи);

θ_0 - кут точки прикладання імпульсу;

θ - кут розрахункової точки;

z_0 - висота точки прикладання імпульсу;

z - висота точки, що розглядається;

i - номер імпульсу, що розглядається;

t - координата точки по часу;

$t_{\text{неп}}$ - період проходження імпульсів.

Точка А (фіг.1) - точка прикладання імпульсу (найбільш небезпечним випадком є випадок коли кілька імпульсів реалізуються в одній точці; якщо точки прикладання імпульсів не співпадають, сумарне теплове поле від дії цих імпульсів завжди буде меншим).

При цьому для заданої пари матеріалів інструмент-заготовка,

$$\text{енергії } (E_{\text{км}}) \text{ та частоти імпульсів } (f_p = \frac{1}{t_{\text{неп}}})$$

за запропонованою методикою розраховується тривалість серії та тривалість паузи між серіями за яких температура локальної ділянки дроту не перевищить критичної температури для даного типу дроту.

Кожна з вказаних відмінних ознак є необхідною, а всі разом - достатніми для досягнення технічного результату.

Технічним результатом даного винаходу є підвищення продуктивності, порівняно з адаптивною системою керування подачею дрітаний електрода, на 15...20% із забезпеченням безобривної обробки.

Винахід пояснюється кресленнями, де:

на фіг.1 показана модель теплового навантаження на ДЕІ;

на фіг.2 показана динаміка зміни температури в точці А.

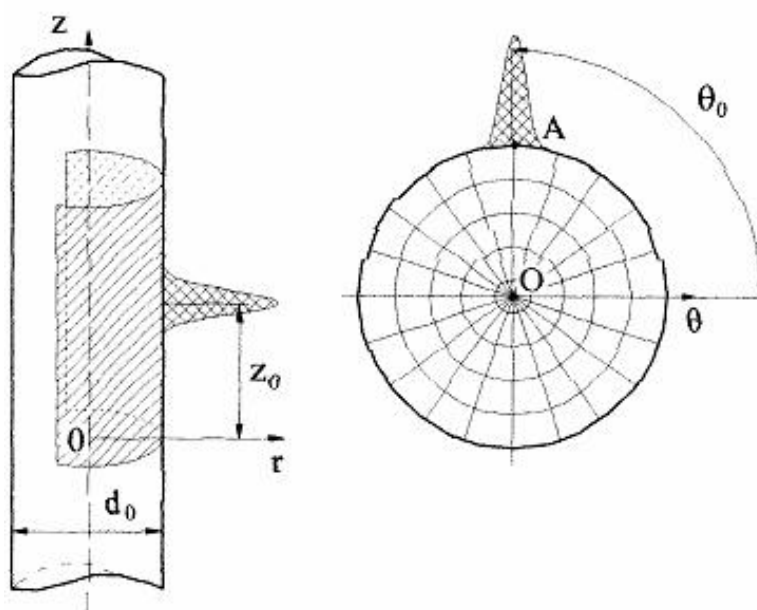
Спосіб реалізується таким чином.

У відповідності до запропонованої методики створено програмне забезпечення з допомогою якого за відомими енергетичними характеристиками імпульсу проводяться розрахунки частоти слідування імпульсів f_p , тривалості серії та тривалості паузи між серіями

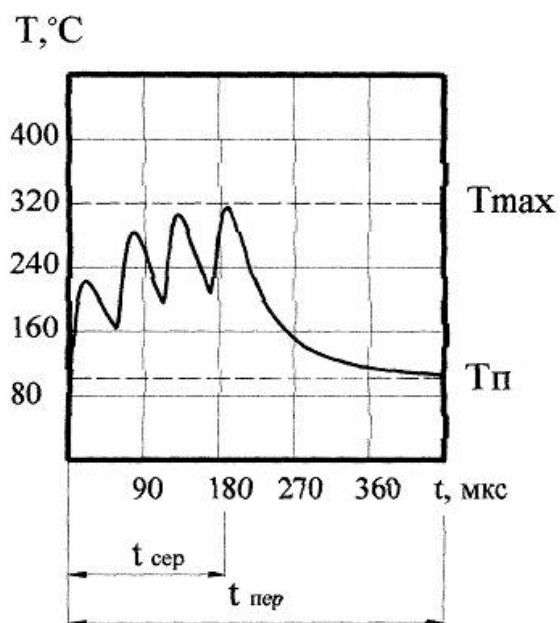
Приклад конкретного застосування.

Для заданого режиму обробки, відомі параметри одиничних імпульсів та гідродинамічні умови на проміжку. За допомогою розробленої методики можливо розрахувати температуру будь-якої точки на поверхні або всередині дрітаний електрода. Моделюючи процес надходження тепла у дріт, поширення його всередині та відведення теплоти, можливо визначити момент часу $t_{\text{сер}}$, при якому в найбільш теплонавантаженому перерізі ДЕІ утворюються умови, при яких можливий обрив дроту (фіг. 2). В цей момент часу слід встановити паузу, для відновлення гідродинамічних та теплових умов в проміжку $(t_{\text{неп}} - t_{\text{сер}})$, після якої можливе продовження різання при забезпеченні безобривності обробки. Отримані розрахункові значення $(f_p, t_{\text{сер}}, t_{\text{неп}})$ параметри передаються до блоку керування генератором технологічного струму. Дана методика розрахунку дозволяє подавати на проміжок максимально можливу за конкретних умов обробки енергію, що підвищує продуктивність обробки.

Таким чином, як видно із наведеного прикладу, запропонований спосіб забезпечує найбільш оптимальну подачу енергії в міжелектродний проміжок і дозволяє підвищити продуктивність різання при забезпеченні безобривної обробки.



Фіг. 1



Фіг. 2