



ÚRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

(22) Prihlásené 30 06 72
(21) (PV 4671-72)

(40) Zverejnené 20 08 74

(45) Vydané 15 06 82

195901
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
C 25 F 3/00
B 23 P 1/16

(75)
Autor vynálezu

TREBICHAŤSKÝ CTIBOR ing. a REDAJ FRANTIŠEK,
NOVÉ MESTO nad Váhom

(54) Spôsob elektrochemického obrábania zmesným elektrolytom

1

Vynález sa týka spôsobu elektrochemického obrábania zmesným elektrolytom.

V podstate sú dva smery elektrochemického obrábania. Pri prvom sa medzielektródový priestor udržiavaný medzi nástrojom a obrábanou plochou obrobku zmenou ich vzájomnej polohy preplachuje takzvaným čistým elektrolytom. Čistý elektrolyt je ionický vodič tvorený najčastejšie vodným roztokom anorganických solí. Pri druhom sa medzielektródový priestor preplachuje takzvaným zmesným elektrolytom.

Zmesný elektrolyt okrem už spomínaného čistého elektrolytu ako kvapalného elektrického vodiča obsahuje i zámerne do neho pridávanú plynnú elektronevodivú zložku. Ak sa rýchlosť vzájomnej zmeny polohy nástroja a obrobku nazve rýchlosťou obrábania, potom v súčasnosti je obrábanie čistým elektrolytom rýchlejšie ako obrábanie zmesným elektrolytom. Pre úplnosť však treba dodať, že absolútna hodnota rýchlosti obrábania závisí ešte i na takých parametroch ako sú elektrické napätie medzi anódou a katódou, materiál obrobku, konštrukcia nástroja (vonkajší tvar, vnútorné kanály s výustnými štrbinami a prepážky pre brzdenie odtoku elektrolytu), vstupné tlaky čistého alebo zmesného elektrolytu na vstupe do medzielektródového priestoru. Elek-

2

trochemické obrábacie zariadenia priemyselne využívané sú schopné využívať intenzitu pracovného elektrického prúdu, prírodné tlaky a prietochné množstvá čistého alebo zmesného elektrolytu len po určitú maximálnu hodnotu určujúcu parametre stroja. Za súčasného stavu techniky si obrábacie zariadenia pracujúce s čistým elektrolytom vyžadujú podstatne vyššie prírodné tlaky a prietochné množstvá ionického vodiča — elektrolytu a v dôsledku toho tieto stroje čo do konštrukčného prevedenia sú mohutnejšie a robustnejšie ako im odpovedajúce stroje pracujúce so zmesným elektrolytom. Je to spôsobené tým, že plynná zložka v zmesnom elektrolyte spôsobuje zníženie celkovej elektrickej mernej vodivosti elektrolytu, ale súčasne dovoľuje pri nízkych vstupných tlakoch obrábať pri malých hrúbkach medzielektródového priestoru, kým u čistého elektrolytu na rovnako kvalitné obrábanie je treba vyššia rýchlosť a pretlak elektrolytu v celom medzielektródovom priestore. Pod kvalitou obrábania sa rozumie kopírovateľnosť a akosť obrobenej povrchu.

Existujúce protiklady medzi rýchlosťami obrábania, prírodnými tlakmi elektrolytu a robustnosťou elektrochemických obrábacích zariadení využívajúcich čistý elektrolyt na

jednej strane a elektrochemickými obrábacími zariadeniami využívajúcimi zmesný elektrolyt na druhej strane zmierňuje spôsob elektrochemického obrábania zmesným elektrolytom podľa vynálezu, ktorého podstatou je, že prietok kvapalnej zložky zmesného elektrolytu medzielektródovým priestorom je daný vzťahom

$$Q = (0,10 \text{ až } 0,80) \cdot z \cdot q,$$

kde značí Q — prietok kvapalnej zložky zmesného elektrolytu [m^3/s], q — prietok čistého elektrolytu [m^3/s], z — obsah kvapalnej zložky v jednotkovom objeme zmesného elektrolytu, pričom $z = 0,50$ až $0,90$.

Nový účinok spôsobu elektrochemického obrábania zmesným elektrolytom spočíva v tom, že umožňuje prevádzať obrábanie pomocou zmesných elektrolytov rýchlejšie ako obrábanie pomocou čistého elektrolytu. Pri hodnotení tohoto účinku treba však v oboch prípadoch dodržať rovnaké podmienky, teda zhodnosť konštrukcie nástroja, zhodnosť obrobku, rovnako veľké pracovné elektrické napätie medzi anódou a katódou, rovnaký materiál obrobku, rovnaký vstupný tlak čistého a zmesného elektrolytu. Táto hlavná výhoda vynálezu vyplýva z cieľavedomého vytvorenia vhodného charakteru prúdenia zmesného elektrolytu v kritických miestach medzielektródového priestoru. K ďalším výhodám spôsobu podľa vynálezu treba počítať zachovanie dobrých technologických vlastností zmesných elektrolytov ako výborná kopirovateľnosť v dôsledku malých hĺbok medzielektródového priestoru, malý hydraulický odpor medzielektródového priestoru a zníženie polarizačných strát. Dôsledky uvedených výhod sa môžu odzrkadliť i pri stavbe strojov pre obrábanie, ktoré pre prípad tohoto vynálezu sa nemusia stavať tak robustné ako je tomu pri používaní čistého elektrolytu, lebo pri spôsobe podľa vynálezu možno dosiahnuť potrebnú rýchlosť obrábania pri nižších prírodných tlakoch zmesného elektrolytu ako sú potrebné prírodné tlaky pri obrábaní pomocou čistého elektrolytu.

Vysvetlenie a objasnenie podstaty spôsobu elektrochemického obrábania zmesným elektrolytom podľa vynálezu je prevedené na ďalej uvedených príkladoch. Prvé tri príklady zahŕňujú terajší stav, štvrtý a piaty príklad sa týka spôsobu podľa vynálezu. Vo všetkých uvedených príkladoch nástroj mal tvar hranola o čelnom rozmere 72×18 mm. V strede čelnej plochy nástroja bol štrbinový otvor dlhý 66 mm a široký 0,8 mm, ktorým sa do medzielektródového priestoru privádzal čistý alebo zmesný elektrolyt. Čistým elektrolytom a elektrolytickým vodičom zmesného elektrolytu bol vodný roztok dusičnanu sodného NaNO_3 majúci pri 20°C mernú elektrickú vodivosť $0,13 \cdot 10^5 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$. Pri použití zmesných elektrolytov prídavnou plynnou zložkou bol stlačený vzduch.

Pracovné elektrické napätie medzi anódou a katódou malo hodnotu $U = 9,0 \text{ V}$. Prírodný tlak použitých elektrolytov bol $p = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Príklad 1

Obrábalo sa čistým elektrolytom bez prídavnej plynnej zložky. Obsah kvapalného elektrolytického vodiča teda bol $z = 1,0$. Prietok čistého elektrolytu cez medzielektródový priestor bol $q = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Rýchlosť obrábania bola $v = 5,83 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

V medzielektródovom priestore sa vytvoril jednofázový turbulentný tok. Rýchlosť obrábania bola určená rýchlosťou posuvu nástroja a nebolo ju možné ďalej zvyšovať bez zvyšovania prírodného tlaku p alebo bez zvyšovania pracovného elektrického napätia U .

Príklad 2

Obrábalo sa zmesným elektrolytom. Obsah kvapalného elektrolytického vodiča v jednotkovom objeme zmesného elektrolytu bol $z = 0,50$. Prietok tejto kvapalnej zložky zmesného elektrolytu bol $Q = 4,16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Rýchlosť obrábania bola $v = 5,00 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Súčin $z \cdot q = 4,16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (hodnota q je z príkladu č. 1) je rovnako veľký ako prietok Q . V medzielektródovom priestore sa vytvoril dvojfázový disperzný tok. Je totiž známe, že pri prúdení dvojfázového média cez kanál sa môže vytvoriť podľa panujúcich tlakových pomerov, objemového obsahu z a podľa rýchlostí prúdenia plynnej a kvapalnej fázy viac typov dvojfázových typov dvojfázového prúdenia ako je tomu pri prúdení jednofázového média.

Príklad 3

Obrábalo sa zmesným elektrolytom. Obsah kvapalného elektrolytického vodiča v jednotkovom objeme zmesného elektrolytu bol $z = 0,25$, teda menší ako vynálezom požadované rozmedzie. Prietok kvapalnej zložky tohoto elektrolytu bol $Q = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a rýchlosť obrábania $v = 3,83 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Súčin $z \cdot q = 2,08 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, kde q je hodnota z príkladu č. 1.

Príklad 4

Obrábalo sa zmesným elektrolytom spôsobom podľa vynálezu. Obsah elektrolytického vodiča v jednotkovom objeme zmesného elektrolytu vstupujúceho do medzielektródového priestoru bol $z = 0,76$. Prietok kvapalnej zložky zmesného elektrolytu bol $Q = 0,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Rýchlosť obrábania bola $v = 9,33 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Prietok Q odpovedá asi 13 % zo súčinu $z \cdot q$, ktorý je $6,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pričom hodnota q je z príkladu č. 1.

Zvýšenie rýchlosti obrábania o viac ako 60 % oproti príkladu č. 1 sa docielilo vytvorením a udržovaním dvojfázového anulárneho toku zmesného elektrolytu v medzi-elektrodovom priestore. Ovojfázové anulárne prúdenie je charakterizované prednostným prúdením kvapalnej zložky pri stenách kanála a prednostným prúdením plynnej zložky stredom kanála, cez ktorý prúdi dvojfázové médium. Pri elektrochemickom obrábaní je týmto kanálom medzialektrodový priestor a stenami sú prilahlé povrchy anódy a katódy. Hrúbka medzialektrodového priestoru spôsobuje, že sa medzi dvomi protiahlymi vrstvami rýchlo prúdiaceho kvapalného elektrolytického vodiča vytvárajú stykové miesta, ktoré menia miesta svojho vzniku a ktorých existencia je krátkodobá. Cez tieto elektrovodivé mostíky prechádza elektrický prúd a pretože u tohoto typu prúdenie je prakticky celá plocha anódy a katódy ohraničujúca medzialektrodový priestor zmáčaná kvapalným ionickým vodičom, je pokles mernej elektrickej vodivosti zmesného elektrolytu v medzialektrodovom priestore menší než odpovedá obsahu elektrolytického vodiča z v zmesnom elektrolyte. Vzhľadom na to, že sa súčasne uplatňujú i ďalšie priaznivé dôsledky známe z doteraz používaných spôsobov elektrochemického obrábania zmesným elektrolytom — zníženie hydraulických strát v medzialektrodovom priestore, zníženie polarizačných strát a potlačenie kavitačných javov — môže sa vplyv dvojfázového anulárneho prúdenia prejaviť vo vyššej rýchlosti obrábania.

Príklad 5

Obrábalo sa zmesným elektrolytom, spôsobom podľa vynálezu. Obsah elektrolytického vodiča v jednotkovom objeme zmesného elektrolytu vstupujúceho do medzi-elektrodového priestoru bol $z = 0,50$. Prietok tejto kvapalnej zložky zmesného elektrolytu bol $Q = 1,16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Rýchlosť obrábania bola $v = 7,50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Prietok Q odpovedá asi 28 % zo súčiny $z \cdot q$, ktorý je $4,16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pričom hodnota q je z príkladu č. 1.

I v tomto prípade sa v medzialektrodovom priestore vytvoril a udržiaval dvojfázový anulárny tok zmesného elektrolytu. Zvýšenie prietoku plynnej i kvapalnej zložky zmesného elektrolytu však spôsobilo, že sa oproti predchádzajúcemu príkladu obrábalo s väčšou hrúbkou medzialektrodového priestoru. Toto sa prejavilo väčším poklesom mernej elektrickej vodivosti zmesného elektrolytu. Preto i oproti príkladu č. 1 stúpila rýchlosť obrábania len o necelých 30 %.

V príkladoch č. 4 a č. 5 sa prietok kvapalnej zložky zmesného elektrolytu pohyboval v rozmedzí 10 % až 30 % odpovedajúceho súčiny $z \cdot q$. Je to spôsobené jednoduchou konštrukcie použitého nástroja a najmä priamkovým tvarom výustnej štrbiny na čelnej ploche nástroja. Zložitosť konštrukcie nástroja a najmä zložitosť výustných otvorov pre vstup zmesného elektrolytu do medzialektrodového priestoru však posúva prietok Q do hornej časti rozmedzia súčiny $z \cdot q$ udávaného vynálezom.

PREDMET VYNÁLEZU

Spôsob elektrochemického obrábania zmesným elektrolytom vyznačujúci sa tým, že prietok kvapalnej zložky zmesného elektrolytu medzialektrodovým priestorom je daný vzťahom

$$Q = (0,10 \text{ až } 0,80) \cdot z \cdot q,$$

kde značí Q — prietok kvapalnej zložky zmesného elektrolytu (m^3/s), q — prietok čistého elektrolytu (m^3/s), z — obsah kvapalnej zložky v jednotkovom objeme zmesného elektrolytu, pričom $z = 0,50$ až $0,90$.