



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63899 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
B23H 1/00ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ КРУГЛИХ ГЛИБОКИХ ОТВОРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ДУГОЮ

1

2

(21) u201103260

(22) 21.03.2011

(24) 25.10.2011

(46) 25.10.2011, Бюл.№ 20, 2011 р.

(72) БОКОВ ВІКТОР МИХАЙЛОВИЧ

(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХ-  
НІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1. Спосіб електроерозійної обробки круглих глибоких отворів електричною дугою, при якому робочу рідину нагнітають в торцевий міжелектродний зазор під технологічним тиском за напрямком від периферії до центра електрода-інструмента, який **відрізняється** тим, що обробку здійснюють з обертанням електрода-інструмента.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що частоту обертання регулюють у межах від 0 до 100 обертів на хвилину.

3. Спосіб за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що обробку здійснюють при видаленні робочої рідини із торцевого міжелектродного зазору крізь ексцентрично розташований канал в електроді-інструменті, причому величина ексцентриситету не перевищує радіус каналу.

4. Спосіб за пп. 1, 2, 3, який **відрізняється** тим, що обробку здійснюють електродом-інструментом, твердість якого перевищує твердість матеріалу, що обробляється.

Корисна модель належить до електроерозійної обробки і може бути використана в машинобудуванні для обробки круглих глибоких отворів електричною дугою в неоднорідному матеріалі, зокрема в деталях, що отримані методом біметалевого (двошарового) лиття.

Відомі аналогічні способи електроерозійної обробки круглих отворів, які застосовують нестаціонарні форми електричних розрядів, наприклад електроімпульсна обробка [1], яка дозволяє обробляти глибокі отвори, тобто отвори з відношенням довжини до діаметра більше 10.

Електрична енергія в аналогічних способах обробки вводиться в зону обробки дискретно (порціями) та з відносно великими паузами, внаслідок чого дані способи мають низьку продуктивність обробки.

Відомий високопродуктивний спосіб електроерозійної обробки круглих отворів електричною дугою, при якому робочу рідину нагнітають в торцевий міжелектродний зазор під технологічним тиском за напрямком від периферії до центра електрода-інструмента [2]. Енергія в даному способі вводиться в зону обробки безперервно, а інструментом є електрична дуга, що горить в торцевому міжелектродному зазорі в потужному гідродинамічному потоці робочої рідини. Для обробки глибоко-

го отвору графітовий електрод-інструмент закріплюють на відносно довгому штоку, а для забезпечення можливості прокачування робочої рідини через торцевий міжелектродний зазор в електроді-інструменті передбачається технологічний канал.

Однак, відомий спосіб малоефективний при обробці глибоких круглих отворів в деталях, що виготовлені із неоднорідного матеріалу. Прикладом такої деталі є каландровий валок масою 20 т, загальною довжиною 5000 мм, з діаметром "бочки" 900 мм, та довжиною "бочки" 2800 мм, який отримано методом двошарового лиття, причому зовнішній відносно тонкий шар (товщиною 20-40 мм) виготовлено із високолегованого чавуну, який містить багато хрому та нікелю і має підвищену твердість (до 50...55 HRCe), а внутрішній шар - із звичайного сірого чавуну, який характеризується низькою твердістю (не вище 25...30 HRCe). Глибокі круглі наскрізні отвори, діаметром 35 мм, лежать між цими шарами та виконують функцію каналів для прокачування води певної температури з метою підтримання технологічної температури на робочій (зовнішній) поверхні валка. При обробці даних отворів електрична дуга в протилежних частинах торцевого міжелектродного зазору горить у різних фізичних умовах: з одного боку - між графітовим електродом-інструментом та матеріалом

(19) UA (11) 63899 (13) U

зовнішнього шару, а з другого боку - між графітовим електродом-інструментом та матеріалом внутрішнього шару. Внаслідок цього спостерігається різний (асиметричний) знос графітового електрода-інструмента. В свою чергу, асиметричний знос породжує асиметричний потік робочої рідини в міжелектродному зазорі: праворуч та ліворуч від осі електрода-інструмента робоча рідина тече при різному гідрравлічному опорі. В результаті цього виникає однобічна сила, яка діє в радіальному напрямку (в напрямку меншого опору), притискує електрод-інструмент до обробленої бічної поверхні отвору та викликає короткі замикання. Процес дестабілізується та зупиняється. Для продовження процесу обробки треба замінити електрод-інструмент на новий, що забезпечує симетричний потік робочої рідини в міжелектродному зазорі. При цьому використаний на 20...30 % дорогий графітовий електрод-інструмент викидається.

Крім того, при обробці глибоких отворів відомим способом у місцях, що відповідають технологічним каналам в електроді-інструменті, утворюються стержневі виступи (керни). З підвищенням глибини отвору довжина стержневого виступу зростає, а поперечна жорсткість зменшується. Під дією гідродинамічного потоку консольний край стержневого виступу коливається, між ним та внутрішньою циліндричною поверхнею штока при ініціюванні продуктів ерозії збуджуються довгі дуги. Внаслідок цього товщина стінки штока зменшується, а стержневий виступ загострюється і далі його довжина не зростає. При діаметрі каналу 10 мм стержневий виступ досягає довжини 500 мм. В момент наскрізного виходу електрода-інструмента стержневий виступ відокремлюється від деталі, що обробляється, виноситься потоком по центральному каналу штока і там залишається. З часом в каналі накопичується декілька таких виступів, перекривається "живий" переріз каналу, зростає гідрравлічний опір течії робочої рідини та припиняється вилучення продуктів ерозії із зони обробки. Процес прогресивно затухає та зупиняється.

Задачею даної корисної моделі є підвищення ефективності відомого способу обробки глибоких круглих отворів в деталях, що виготовлені із неоднорідного матеріалу.

Дана задача вирішується у відомому способі електроерозійної обробки круглих глибоких отворів електричною дугою, при якому робочу рідину нагнітають в торцевий міжелектродний зазор під технологічним тиском за напрямком від периферії до центра електрода-інструмента, за рахунок того, що обробку здійснюють з обертанням електрода-інструмента; частоту обертання регулюють у межах від 0 до 100 обертів на хвилину; обробку здійснюють при видаленні робочої рідини із торцевого міжелектродного зазору крізь ексцентрично розташований канал в електроді-інструменті, причому величина ексцентриситету не перевищує радіус каналу; обробку здійснюють електродом-інструментом, твердість якого перевищує твердість матеріалу, що обробляється.

На наведених фігурах зображено: фіг. 1 - схема розташування глибоких отворів відносно неоднорідних шарів матеріалу виробу; фіг. 2 - схема

реалізації способу за п. 1, 2 формули корисної моделі; фіг. 3 - схема реалізації способу за п. 3.

Розмірну обробку глибоких отворів 1 (фіг. 1), що розташовані між неоднорідними шарами 2, 3 матеріалу виробу, здійснюють електричною дугою 4 (фіг. 2), яку збуджують між торцевою поверхнею 5 електрода-інструмента 6 та донною поверхнею 7 виробу 8 в потужному гідродинамічному потоці робочої рідини 9. Продукти ерозії 10 вилучаються із зони обробки потоком 11 крізь центральний канал 12 в електроді-інструменті 6 та канал 13 в штоку 14 верстата. Для забезпечення рівномірного зносу торцевої поверхні 5 електрода-інструмента 6 при обробці неоднорідних шарів 1, 2 матеріалу виробу 8, обробку здійснюють з обертанням електрода-інструмента 6. Оскільки продуктивність обробки пропорційна густині технологічного струму в електроді-інструменті 6, частоту обертання регулюють у межах від 0 до 100 обертів на хвилину, причому меншій густині відповідає менша частота обертання електрода-інструмента 6. Ведення процесу обробки при мінімальній частоті обертання графітового електрода-інструмента 6 сприяє зменшенню його абразивного зносу за рахунок тертя з обробленою поверхнею.

При реалізації способу, який пропонується за п. 1 формули корисної моделі, у центральній частині отвору утворюється стержневий виступ 15, що, як показано вище, є негативним явищем. З метою ведення процесу обробки глибокого отвору 1 без утворення стержневого виступу 15, обробку здійснюють при видаленні робочої рідини із торцевого міжелектродного зазору 16 (фіг. 3) крізь ексцентрично розташований канал 17 в електроді-інструменті 18, причому величина ексцентриситету "e" не перевищує радіус "r" каналу 17. При даній умові: з одного боку, довгі дуги 19, що ініціюються продуктами ерозії та збуджуються між невеликим виступом 20 виробу 8 та електродом-інструментом 18, "з'їдають" виступ і тим самим не дають йому зростати за довжиною; з другого боку, така мінімальна величина ексцентриситету несуттєво впливає на симетричність потоку в міжелектродному зазорі, а тому не викликає негативних явищ, що пов'язані з дестабілізацією процесу обробки.

З метою суттєвого зменшення абразивного зносу електрода-інструмента 18, обробку здійснюють електродом-інструментом, твердість якого перевищує твердість матеріалу, що обробляється. Так, наприклад, при реалізації способу за п. 4 формули корисної моделі в деяких випадках, зокрема при частотах обертання, наближених до максимальних, доцільно виготовляти електрод-інструмент 18 із твердого сплаву. При цьому стійкість твердо-сплавного електрода-інструмента у декілька разів перевищує стійкість графітового за рахунок усунення абразивного зносу.

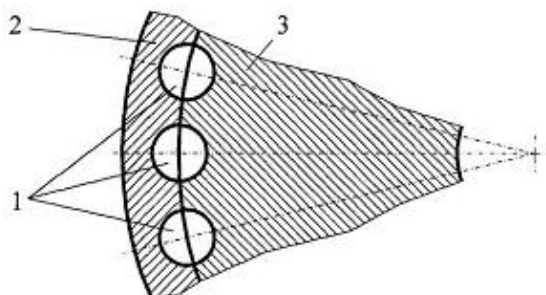
Використання способу, що пропонується, підвищує ефективність обробки глибоких круглих отворів в деталях, які виготовлені із неоднорідного матеріалу, та дозволяє: зменшити тривалість циклу обробки отворів та 30-40 %; підвищити коефіцієнт використання електрода-інструмента за довжиною на 70-80 % (з 20-30 % до 100 %); зменшити собівартість обробки в 1,5-2 рази за рахунок зме-

ншення потрібної кількості електродів-інструментів; в 2-2,5 разів підвищити стійкість електродів-інструментів за рахунок усунення абразивного зносу.

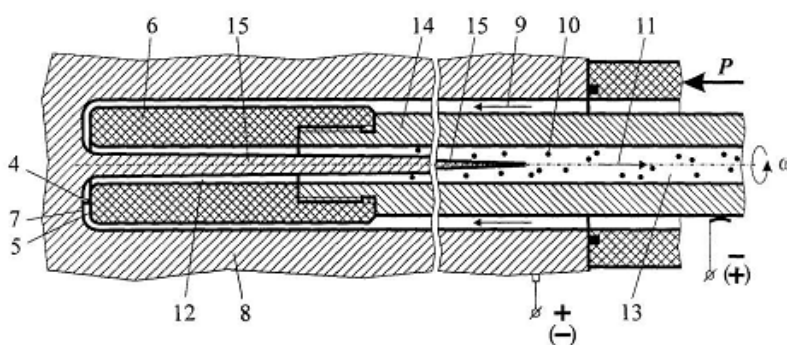
Джерела інформації:

1. Электрофизические и электрохимические станки. Каталог. - М.: НИИМАШ, 1978.-228 с - С. 7.

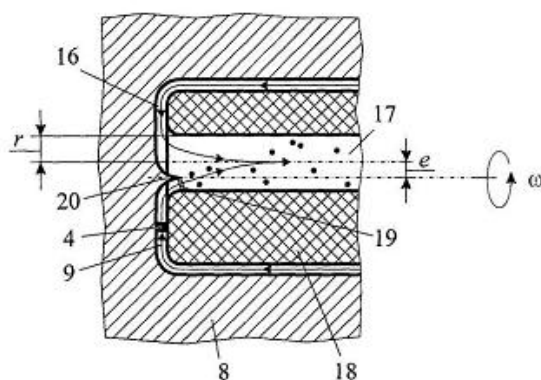
2. Носуленко В. И., Мещеряков Г. Н. Размерная обработка металлов электрической дугой // Электронная обработка материалов.-1981. - № 1. - С. 19-23.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3