



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42589 (13) U
(51) МПК (2009)
B05B 7/00
H05H 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ГАЗОПОРОШКОВОГО ПОТОКУ ПРИ ПЛАЗМОВОМУ НАПИЛЕННІ

1

(21) u200901606

(22) 24.02.2009

(24) 10.07.2009

(46) 10.07.2009, Бюл.№ 13, 2009 р.

(72) ПАЩЕНКО ВАЛЕРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ВАСИ-
ЛЕНКО ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ"

(57) Пристрій для формування газопорошкового потоку при плазмовому напиленні, що містить вхідний, термохімічний електрод та вихідний електрод, вихідний електрод містить дуговий канал та додатковий канал для подавання дисперсного матеріалу, дуговий канал містить дві розміщених під кутом 120°-160° одна до другої ділянки - вхідну та вихідну, а додатковий канал для подавання

2

порошку розміщений в місці переходу ділянок дугового каналу однієї в другу і є продовженням вихідної ділянки дугового каналу, поздовжні осі додаткового каналу та вихідної ділянки дугового каналу співпадають, який відрізняється тим, що вихідний електрод виконаний із двох окремих частин, причому в першій частині розташовані вхідна ділянка дугового каналу та початкова ділянка вихідного дугового каналу, що утворюють між собою вищезазначений кут, і додатковий канал для введення дисперсного матеріалу, а друга частина вихідного електрода містить п кінцевих вихідних ділянок вихідного дугового каналу, причому друга частина вихідного електрода виконана з можливістю переключення на одну із п кінцевих ділянок вихідного дугового каналу.

Корисна модель відноситься до області розпилення з використанням електричної дуги і може бути використана в установках плазмового напилення порошків.

Відомі пристрої для формування газопорошкового потоку при плазмовому нанесенні покриттів (див. наприклад, книгу Пащенко В.М. "Обладнання для газотермічного нанесення покриттів" - К.: ІВЦ "Політехніка", 2001. - 416с.), що складаються із прямолінійного дугового каналу, утвореного торцевим і вихідним трубчастим електродами. У дуговому каналі горить електрична дуга, яка в результаті взаємодії із потоком плазмоутворювального газу переводить його в стан низькотемпературної плазми. По порошкопроводу, який нерухомо закріплений відносно дугового каналу, у сформований потік плазми вводиться дисперсний матеріал. Порошкопровід може встановлюватись поза межами плазмотрона, або на дуговому каналі. Суттєвим недоліком такої конструкції є неефективне використання високотемпературної зони струменя плазми для нагрівання та прискорення частинок дисперсного матеріалу, які вводяться у струмінь по траєкторіях, що не співпадають із напрямком витікання потоку плазми.

Частково цей недолік усувається при застосуванні "кутового" сопла (Пащенко В.М. "Обладнання для газотермічного нанесення покриттів" - К.: ІВЦ "Політехніка", 2001, стор.309). При цьому дуга розміщується у прямолінійному дуговому каналі, а сформований плазмовий потік змінює напрямок свого витікання за допомогою соплового пристрою, який відхиляє потік на певний кут по відношенню до поздовжньої осі дугового каналу. Пристрій частково узгоджує напрямки витікання плазмового потоку і подавання дисперсного матеріалу, що дозволяє підвищити час перебування частинок у високотемпературній зоні потоку плазми і знизити ймовірність перетинання дисперсним матеріалом перерізу дугового каналу і наступного налипання порошку на стінку каналу. Суттєвим недоліком пристрою є високий темп ерозії матеріалу вихідного електрода, який викликаний значним зростанням теплових втрат у стінку каналу при повертанні плазмового потоку в режимі розвинутої турбулентної течії.

У значній мірі вказані недоліки усуваються іншим пристроєм, прийнятим за найближчий аналог (патент на корисну модель №29482 України, B05B7/00, H05H1/26, 10.01.2008, Бюлетень №1.

(19) UA (11) 42589 (13) U

Пристрій для формування газопорошкового потоку при плазмовому нанесенні покриття / Пашенко В.М., Кузнецов В.Д., Свистун СВ.). Пристрій для формування газопорошкового потоку, що містить вхідний, термохімічний електрод та вихідний електрод. Вихідний електрод містить дуговий канал та додатковий канал для подавання дисперсного матеріалу, дуговий канал містить дві, розміщені під кутом 120° - 160° одна до другої, ділянки - вхідна та вихідна, а додатковий канал для подавання порошку розміщений в місці переходу ділянок дугового каналу однієї в другу і є продовженням вихідної ділянки дугового каналу, поздовжні осі додаткового каналу та вихідної ділянки дугового каналу співпадають. Застосування дугового каналу, який складається із двох, розміщених під кутом одна до другої, ділянок і додаткового каналу для подавання порошку, як продовження вихідної ділянки дугового каналу, дозволяє, в деякій мірі, захистити стінки дугового каналу від тепла нагрітої частини газу за рахунок збереження пристінного шару холодного газу, а також узгодити напрямки подавання порошку та витікання потоку плазми. Недоліком практичної реалізації згаданої схеми формування газопорошкового потоку є неефективне використання об'єму матеріалу вихідного електрода, враховуючи необхідність розміщення вихідної ділянки дугового каналу під кутом 20° - 60° до поздовжньої осі вісесиметричної корпусної деталі вузла вихідного електрода. При цьому, зона найбільшого рівня теплових втрат у тіло електрода відповідає області формування розвиненої турбулентної течії, яка розміщена на вихідній ділянці дугового каналу. Саме цій зоні характерний найвищий темп ерозії матеріалу електрода.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення пристрою для формування газопорошкового потоку при плазмовому нанесенні покриттів шляхом конструктивного відокремлення двох ділянок дугового каналу, що дає змогу спростити і здешевіти заміну спрацьованої ділянки дугового каналу і, за рахунок раціонального використання всього об'єму матеріалу електрода підвищити загальний ресурс роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для формування газопорошкового потоку при плазмовому напиленні, що містить вхідний, термохімічний електрод та вихідний електрод, вихідний електрод містить дуговий канал та додатковий канал для подавання дисперсного матеріалу, дуговий канал містить дві, розміщених під кутом 120° - 160° одна до другої ділянки - вхідна та вихідна, а додатковий канал для подавання порошку розміщений в місці переходу ділянок дугового каналу однієї в другу і є продовженням вихідної ділянки дугового каналу, поздовжні осі додаткового каналу та вихідної ділянки дугового каналу співпадають, новим є те, що вихідний електрод виконаний із двох окремих частин, причому в першій частині розташовані вхідна ділянка дугового каналу та початкова ділянка вихідного дугового каналу, що утворюють між собою вищезазначений кут, і додатковий канал для введення дисперсного матеріалу, а друга частина вихідного електрода містить пінцевих вихідних ділянок вихідного дугового кана-

лу, причому друга частина вихідного електрода виконана з можливістю переключення на один із пінцевих ділянок вихідного дугового каналу.

Корисна модель, що заявляється ілюстрована кресленням. Де на Фіг.1 зображено загальний вигляд пристрою для формування газопорошкового потоку при плазмовому напиленні, на Фіг.2 вигляд перерізу А-А по Фіг.1.

Пристрій для формування газопорошкового потоку при плазмовому напиленні, що містить вхідний електрод, в якому розміщується дуговий канал, складається із двох конструктивних одиниць 7 та 3, нерухомо з'єднаних між собою накидною гайкою 4 (Фіг.1). Кожна характерна ділянка дугового каналу розміщена в межах своєї конструктивної одиниці і має індивідуальну незалежну систему охолодження, що утворюється з'єднанням зовнішньої частини водяної сорочки 5 з ввідними та вивідними мундштуками 1 з вихідною частиною вихідного електрода 3. Вхідній ділянці дугового каналу 9 характерний невисокий рівень теплових втрат, тому вузол 7, в якому вона розміщена може мати повітряне охолодження (природне або примусове). У межах цього ж вузла розміщений кутовий перехід вхідної ділянки дугового каналу 9 до початкової ділянки вихідного дугового каналу 10 та проходить порошкопровід 6. Кінцева ділянка вихідного дугового каналу 11 має, зазвичай, водяне охолодження і розміщується під кутом до поздовжньої осі вихідної частини вихідного електрода 3. Для раціонального використання об'єму матеріалу і для підвищення загального ресурсу вихідного електрода у вихідній частині вихідного електрода 3 зроблений цілий ряд каналів 2, кожен із яких, у певних умовах, може слугувати кінцевою ділянкою вихідного дугового каналу. У конкретних умовах тільки один із каналів, у якого вхідний отвір співпадає з вихідним отвором початкової ділянки вихідного дугового каналу, слугує кінцевою ділянкою вихідного дугового каналу 11. Всі інші канали є резервними і послідовно задіюються до роботи при зміні положення вихідної частини вихідного електрода 3 відносно його вхідної частини вихідного електрода 7. Можлива кількість каналів визначається конструктивно, з урахуванням обов'язкової наявності стінки певної товщини між сусідніми каналами, необхідної для ефективного відведення тепла вглиб вихідної частини вихідного електрода.

Порошок вводиться в районі переходу вхідної ділянки дугового каналу 9 у початкову ділянку вихідного дугового каналу 10, співвісно з вихідною ділянкою каналу і не має радіальної складової швидкості (відносно поздовжньої осі дугового каналу).

Розглянемо роботу пристрою. Між електродами 7 (наприклад, анодом) та 8 (катодом) ініціюється електрична дуга. Після проходження перехідних процесів дуга розміщується в дуговому каналі, який утворений катодом 8 і порожниною, розміщеною в межах вихідного електрода - анода. Початкова та основна ділянки стовпа дуги розміщені в межах вхідної ділянки дугового каналу 9, а частина стовпа дуги і приелектродна його ділянка - у межах вихідної ділянки дугового каналу вихідної частини вихідного електрода 3. Саме на цій ділянці

спостерігаються максимальні значення теплових потоків у стінку дугового каналу і, відповідно, найбільш інтенсивна ерозія матеріалу електрода. Дисперсний матеріал подається по порошкопроводу 6 і потрапляє в зону високих температур газового потоку. Вихідний напрямок руху порошку співпадає із напрямком основної складової швидкості газового потоку. Порошок нагрівається і прискорюється в межах вихідної ділянки дугового каналу і робочої зони струменя низькотемпературної плазми за зрізом сопла розпилювача. Формується газопорошковий потік із високим енергетичним рівнем твердої (рідкої) складової гетерогенного потоку. У міру зміни геометричних розмірів і конфігурації дугового каналу внаслідок ерозії матеріалу електрода, змінюється структура і енергетичні параметри газопорошкового потоку, який формується розпилювачем. Це може суттєво вплинути на якість отриманого покриття і показники ефективності процесу напilenня. Для запобігання цим негативним явищам необхідно періодично замінювати електроди, в тому числі і вихідний. У пристрої, який розглядається, це здійснюється ослабленням накидної гайки 4 і повертанням вихідної частини вихідного електрода 3 навколо своєї поздовжньої осі до співпадання нової резервної кінцевої ділянки вихідного дугового каналу із початковою ділянкою вихідного дугового каналу.

Досліджувався дуговий плазмотрон лінійної схеми, побудований за схемою, що пропонується. Плазмотрон має збірний дуговий канал і дуга горить між термохімічним катодом 8 і вихідним електродом (анодом), що складається із двох конструктивно окремих частин - 3 та 7 (Фіг.1). Вхідна частина анода 7 має природне повітряне охолодження, що дозволяє розмістити в її межах канал для подавання дисперсного матеріалу 6. Кінцева ділянка вихідного дугового каналу 11 розміщена у вихідній частині вихідного електрода 3, яка охолоджується проточною водою. Обидві частини анода

щільно спряжені одна з другою, знаходяться під одним потенціалом і разом утворюють непрямолінійний дуговий канал, у якому розміщується основна частина дугового розряду. В якості плазмотворувального газу використане повітря. Загальна потужність розпилювача становила (25-30) кВт; діапазон зміни струму дуги (100-200) А; витрата повітря не перевищувала (5,5-6) м³/год.

Проводились ресурсні випробування вихідного електрода запропонованої конструкції при різних значеннях загальної потужності розпилювача.

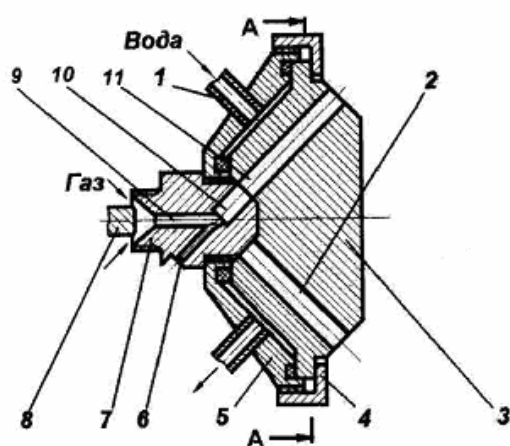
Випробування проводились шляхом періодичного вимірювання втрати маси вихідного електрода та контролю конфігурації дугового каналу в процесі роботи плазмотрона із стабільними, попередньо встановленими режимними параметрами. Результати наведені в табл. 1.

Встановлено, що втрата маси вихідного електрода практично не відрізняється від втрати маси традиційного прямолінійного дугового каналу при роботі з однаковими струмовими навантаженнями, що відповідає типовим значенням питомої ерозії $5 \cdot 10^{-10}$ кг/Кл. Однак, внаслідок специфіки течії закрученого газу у криволінійному дуговому каналі, зона ерозії локалізована на певній обмеженій ділянці поверхні, що призводить до несиметричної зміни конфігурації каналу. Ця зона переважного прив'язування дуги і, відповідно, ерозії матеріалу електрода зміщена на 90° у просторі відносно стінок сусідніх резервних ділянок соплової частини дугового каналу. Така особливість процесу ерозії непрямолінійного електрода дозволяє збільшити, у загальному випадку, строк використання дугового каналу, якщо відсутні обмеження, накладені технологічними вимогами до структури сформованого двофазного потоку. Реальний ресурс роботи соплової частини вихідного електрода визначається терміном роботи одного дугового каналу і кількістю резервних ділянок, які можна задіяти до роботи при спрацьовуванні діючої ділянки.

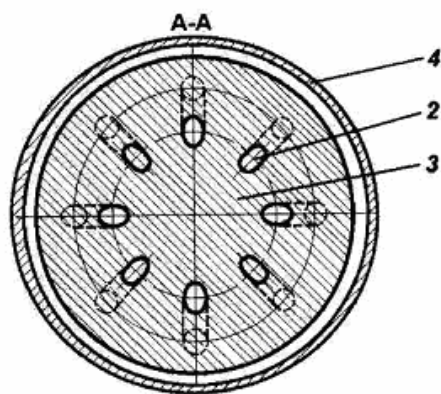
Таблиця 1

Результати експериментального визначення втрати маси вихідного електрода

№	Потужність, кВт	Струм дуги, А	Витрата газу, м ³ /год	Загальний час роботи, хв.	Втрата маси, г
1	17,5	120	5,5	1440	5,35
2	21	150	5,5	1440	6,61
3	23,5	170	5,5	1440	7,52
4	27	200	5,5	1440	9,2



Фіг. 1



Фіг. 2