



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **34448** (13) **U**  
(51) **МПК (2006)**  
**B05B 7/16**  
**H05H 1/26**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ГАЗОПОРОШКОВОГО ПОТОКУ ПРИ ПЛАЗМОВОМУ НАПИЛЕННІ ФЕРОМАГНІТНОГО МАТЕРІАЛУ**

1

(21) u200803470  
(22) 18.03.2008  
(24) 11.08.2008  
(46) 11.08.2008, Бюл.№ 15, 2008 р.  
(72) ПАЩЕНКО ВАЛЕРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA,  
КУЗНЕЦОВ ВАЛЕРІЙ ДМИТРОВИЧ, UA, СВИС-  
ТУН СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA  
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ "КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-  
ТУТ", UA  
(57) Спосіб формування газопорошкового потоку  
при плазмовому напиленні феромагнітного мате-

2

ріалу шляхом радіального введення дисперсного матеріалу у плазмовий струмінь розпилювача по-  
середньої дії із залишковою тангенційною складо-  
вою швидкості газового потоку, який **відрізняєть-  
ся** тим, що до кінцевої ділянки стовпа дуги і  
початкової ділянки плазмового струменя прикла-  
дають зовнішнє поперечне біжуче магнітне поле із  
напрямком переміщення максимуму індукції, який  
протилежний напрямку попереднього закручуван-  
ня газу.

Корисна модель відноситься до області роз-  
пилення з використанням електричної дуги і може  
бути використана в установках плазмового напи-  
лення порошоків.

Відомо спосіб формування газопорошкового  
потoku шляхом генерування потоку плазми з попе-  
реднім закручуванням газу і наступного введення  
дисперсного матеріалу в плазмовий струмінь раді-  
ально до напрямку витікання потоку газу або спі-  
ввісно з ним [див. наприклад, книгу Пашенко В.М.  
"Обладнання для газотермічного нанесення по-  
криттів" - К.: ІВЦ "Політехніка", 2001, стор. 287-290,  
рис. 9.49 - 9.51]. Цей спосіб обрано за прототип.  
При радіальному введенні матеріалу основним  
недоліком є нерівномірність розподілення диспер-  
сного матеріалу в об'ємі високотемпературного  
газового потоку через незбіг осей масоперенесен-  
ня газової та твердої фаз газопорошкового потоку.  
Аксіальне (співвісне) введення матеріалу в дуго-  
вий канал генератора плазми із розміщеною на  
його поздовжній осі електричною дугою у багатьох  
випадках технічно утруднене через знаходження  
на осі каналу одного із електродів плазмотрона із  
прямою прив'язування дуги. В обох випадках, за-  
звичай, використовуються плазмові струмені, які  
мають тангенційну складову швидкості руху газу.  
Ця складова є негативним наслідком вихрової  
стабілізації дуги в дуговому каналі, а її наявність  
спричиняє збільшенню кута розкриття газопорош-

кового потоку, наданню частинкам порошку склад-  
ної траєкторії руху на дистанції напилення і погір-  
шанню внаслідок цього показників якості покриття.

В основу корисної моделі поставлена задача  
вдосконалення способу формування газопорош-  
кового потоку при плазмовому напиленні шляхом  
керування взаємним просторовим положенням  
високотемпературного газового потоку і потоку  
дисперсного матеріалу і наданню частинкам по-  
рошку тангенційної складової швидкості, напрямом  
якої протилежний напрямку попереднього закру-  
чування плазмоутворювального газу, що дає змогу  
розмістити основну частину дисперсного матеріа-  
лу у високотемпературній зоні газового потоку,  
компенсувати попередню тангенційну складову  
швидкості частинок і підвищити тим самим ефек-  
тивність нагрівання і прискорення порошку, а, від-  
повідно, і продуктивність процесу плазмового на-  
несення покриття. Наслідком цих дій є також  
покращення структури покриття: зниження порис-  
тості матеріалу покриття і підвищення міцності  
зчеплення покриття з основою.

Поставлена задача вирішується тим, що в  
способі формування газопорошкового потоку при  
плазмовому напиленні феромагнітного матеріалу,  
що включає генерування генерування плазмового  
струменя з попереднім закручуванням газу та  
введення дисперсного матеріалу в плазмовий  
струмінь, новим є те, що до кінцевої ділянки стов-

(13) **U**

(11) **34448**

(19) **UA**

па дуги і початкової ділянки плазмового струменя прикладають зовнішнє поперечне бігуче магнітне поле напрямком переміщення максимуму індукції якого протилежний напрямку попереднього закручування газу.

Спосіб формування газопорошкового потоку ілюструється кресленням, де на Фіг.1 зображено схему формування газопорошкового потоку при плазмовому напиленні феромагнітного матеріалу, на Фіг.2 - розріз по А-А Фіг.1.

Плазмовий струмінь генерують в дуговому каналі 1 в результаті нагрівання плазмоутворювального газу електричною дугою 2. Для стабілізації дуги на осі дугового каналу застосоване вихрове подавання плазмоутворювального газу через закручувальний пристрій плазмотрона 3. Плазмовий потік витікає через сопловий отвір дугового каналу у навколишнє середовище, маючи деяку тангенційну складову швидкості. Через порошокпрвід 4 під кутом до напрямку течії високотемпературного газового потоку подають феромагнітний порошок, попередньо змішаний із транспортуючим газом. За відсутності зовнішніх впливів, при такому введенні у потік високотемпературного газу дисперсного матеріалу у суміші із холодним транспортуючим газом: по-перше, не співпадають напрямки основного масоперенесення газової та твердої фаз у сформованому в результаті змішування газопорошковому потоці 5; по-друге, плазмовий струмінь на виході із дугового каналу, який має тангенційну складову швидкості, що співпадає з напрямком закручування плазмоутворювального газу, надає тангенційну складову швидкості і частинкам порошку, які прискорюються і нагріваються.

Поперечне зовнішнє магнітне поле, створене за допомогою електромагнітної системи є фактором зовнішнього впливу на параметри газового потоку та умови змішування. Поперечне зовнішнє магнітне поле створюють багатополюсним електромагнітом, в якому послідовно, з деяким часовим інтервалом, подається напруга на наступну пару взаємно протилежних полюсів, яка зміщена на певний кут відносно попередньої пари. При цьому створюється "бігуче" магнітне поле, максимум індукції якого рухається в напрямку, протилежному

напрямку закрутки плазмоутворювального газу (наприклад, позиції  $a \rightarrow b \rightarrow v \rightarrow r \rightarrow d$  і т.д. на Фіг.2). Напрямок руху поля протилежний напрямку попереднього закручування плазмоутворювального газу. Бігуче поперечне магнітне поле впливає на частину стовпа дуги, яка потрапляє в зону його дії, переміщуючи температурний максимум газового потоку по колу в межах дугового каналу. Такий рух температурного максимуму струменя викликає послідовне відхилення струменя від осі дугового каналу у площині, яка переміщується по колу відносно осі каналу. При цьому значно збільшується ефективний об'єм зони нагрівання дисперсного матеріалу, що призводить до більш повного використання вихідного матеріалу і підвищення продуктивності процесу створення покриття. Одночасно відбувається послідовне притягування дисперсного феромагнітного матеріалу до полюсів електромагніта (при температурі частинок нижче точки Кюрі). Таке послідовне притягування до різних пар полюсів магніту надає частинкам тангенційної складової швидкості у бік, протилежний вихідній тангенційній складовій швидкості, наданій ним потоком закрученого газу. Одночасно вирівнюється густина розподілу дисперсного матеріалу в об'ємі зони нагрівання.

Спосіб був реалізований на плазмотроні посередньої дії із вихровою подачею плазмоутворювального повітря і автогазодинамічною фіксацією довжини дуги. Загальна потужність розпилювача становила 20...25 кВт. Струм дуги не перевищував 200 А. Напилювався феромагнітний порошок на основі нікелю марки ПГ-10Н-04. Продуктивність напилення становила 2...4 кг/год. Взаємна просторова орієнтація потоку дисперсного матеріалу і потоку високотемпературного газу коригувалася застосуванням зовнішнього поперечного "бігучого" магнітного поля. Результатом позбавлення порошкового потоку тангенційної складової швидкості і збільшення об'єму зони нагрівання та прискорення дисперсного матеріалу стало суттєве прирощення площі плями напилення (при напиленні на нерухому основу) вздовж обох осей симетрії (див. табл.).

Таблиця

Прирощення площі поперечного перерізу плями  
напилення при застосуванні поперечного магнітного поля (порошок ПГ-10Н-04)

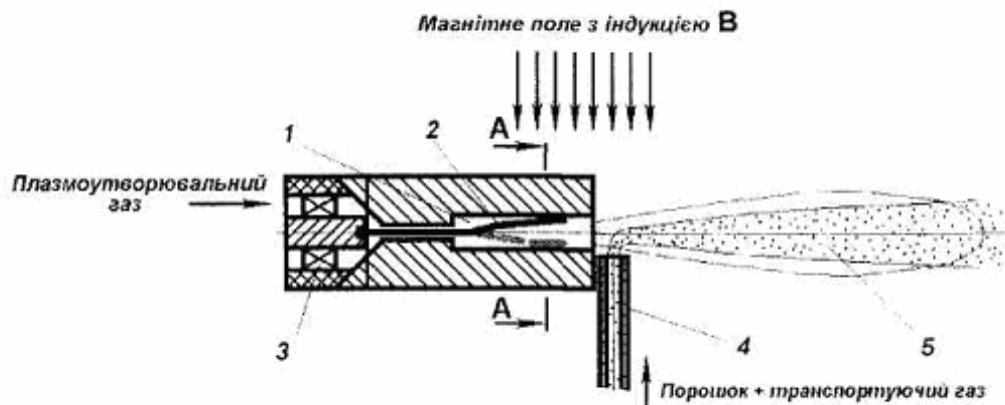
№	Грануляція порошку, мкм	Витрата порошку, кг/год.	Прирощення площі поперечного перерізу плями напилення вздовж осей x/z, %
1	63...100	2	135/129
2		2,5	125/128
3		3,5	115/113
4		4	104/110
5	100... 160	2	105/108
6		2,5	94/92
7		3,5	86/88
8		4	78/73

Збільшення кількості матеріалу, який прийняв участь у формуванні покриття призводить до підвищення ефективності процесу нанесення по-

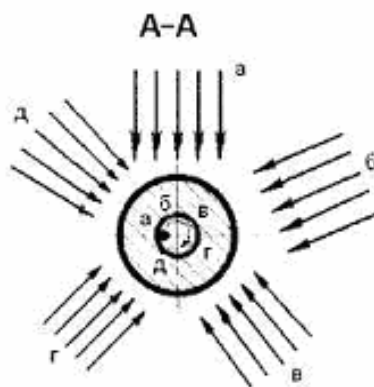
криття, комплексним показником якої є коефіцієнт використання матеріалу (КВМ). При достатньо високих вихідних значеннях КВМ (65...67%), за-

стосування способу формування газопорошкового потоку із магнітним впливом на процес, дозво-

ляє підвищити КВМ до 75...80%.



Фіг. 1



Фіг. 2