



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86687** (13) **C2**
(51) МПК (2009)
H05B 7/22 (2006.01)
H05H 1/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ГЛИБИННОЇ ОБРОБКИ КОЛЬОРОВИХ СПЛАВІВ

1

(21) а200708989
(22) 06.08.2007
(24) 12.05.2009
(46) 12.05.2009, Бюл.№ 9, 2009 р.
(72) НАЙДЕК ВОЛОДИМИР ЛЕОНТІЙОВИЧ, UA,
НАРІВСЬКИЙ АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, ГА-
НЖА МИКОЛА СЕРГІЙОВИЧ, UA, БІЛЕНЬКИЙ
ДАВИД МИРОНОВИЧ, UA
(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТА-
ЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ, UA
(56) RU 2042288 C1, 20.08.1995

2

UA 75751 C2, 15.06.2006
GB 1370593, 16.10.1974
GB 1229873, 28.04.1971
(57) Плазмотрон для глибокої обробки кольоро-
вих сплавів, який включає анод у вигляді зовніш-
ньої труби з наконечником, важільний механізм
для збудження плазмової дуги, з'єднаний з рухо-
мим електродом, який розміщений всередині ано-
да та має осьовий отвір, який **відрізняється** тим,
що наконечник анода обладнаний змінною встав-
кою з осьовим отвором у формі сопла Лавалю.

Винахід відноситься до металургії та ливарно-
го виробництва і може бути використаним при ра-
фінуванні і модифікуванні кольорових сплавів.
Відомий електродуговий плазмотрон (пат.
№3604189, США, МПК H05B 5/12, опубл.
14.09.1971), який має пристрій для автоматичного
підпалу дуги, один електрод якого виконаний пе-
ресувним та з'єднаний з електромагнітом, обмотка
якого включена в ланцюг основної електричної
дуги. При з'єднанні електродів між собою виникає
електричний струм і спрацьовує електромагніт,
який роз'єднує електроди і розтягує дугу.

Недоліками цього плазмотрону є складність
виготовлення пересувного електроду з електрома-
гнітом, низька надійність роботи конструкції. Якщо
в заглибленому плазмотроні є соленоїд, його необ-
хідно захищати від теплового випромінювання, що
ускладнює конструкцію плазмотрону.

Відомий також заглибний електродуговий пла-
змотрон з автоматичним підпалом дуги (патент
України №75751, МПК H05B7/11, опубл.
15.11.2006), який містить корпус, сопло і пересув-
ний електрод. Плазмотрон оснащений сильфоном,
усередині якого до його верхнього фланця закріп-
лений пересувний електрод, в якому виконаний
калібрований отвір, який з'єднує порожнину силь-
фона з зоною горіння електричної дуги.

Недоліками такого плазмотрону є підвищена
ерозія анода, яка відбувається, головним чином,
за рахунок зростання діаметра сопла в аноді. Вна-
слідок цього зменшуються основні параметри пла-

змового струменя (температура, глибина проник-
нення струменя в рідкий метал, міжфазна
поверхня в реакційній зоні) і знижується ефект
рафінування сплавів. Після великого зносу сопла
необхідно розбирати плазмотрон і змінювати анод,
що призводить до ускладнення експлуатації плаз-
мотрону.

Найбільш близьким (прототипом) до запропо-
нованого винаходу щодо досягнутого результату є
заглиблений електродуговий плазмотрон (патент
РФ №2042288, МПК H05B7/22, БИ №23 від
20.08.1995), який має анод у вигляді зовнішньої
труби. Усередині аноду вздовж його осі розміще-
ний електрод з осьовим отвором. Анод має глухий
наконечник з пористого матеріалу (графіту) з від-
критою пористістю 10-30%. Усередині наконечнику
розташована витратна вставка з отворами, яка
з'єднує зону горіння дуги з порожниною між дном
наконечника і вставкою. В цьому плазмотроні збу-
дження плазмової дуги здійснюють переміщенням
центрального електроду за допомогою важільного
механізму.

Недоліком такого плазмотрону є складність
анодного вузла, низька ступінь рафінування спла-
вів внаслідок того, що плазмовий струмінь не ви-
ходить з плазмотрону в рідкий метал і він погано
переміщується високотемпературним газом. Крім
того, крізь такий плазмотрон неможливо запрова-
джувати порошкові реагенти в потоці плазмотво-
рюючого газу в розплав.

(13) **C2**
(11) **86687**
(19) **UA**

В основу запропонованого винаходу поставлена задача - розробити надійну конструкцію заглибного електродугового плазмотрону, що дозволяє підвищити ефективність процесу обробки розплавів газореагентними середовищами і збільшити термін експлуатації плазмотрону, спростити конструкцію анодного вузла.

Поставлена мета досягається тим, що запропонований плазмотрон, який має анод у вигляді зовнішньої труби з наконечником і важільний механізм для збудження плазмової дуги. У середині аноду вздовж його осі розміщений електрод з отвором, згідно з винаходом, наконечник аноду обладнаний змінною вставкою з осьовим отвором у формі сопла Лавалю.

Таке технічне рішення дозволяє спростити конструкцію плазмотрону, тому що наконечник з пористого матеріалу і витратна вставка з отворами замінено на щільний анод і вставку, в якій виконано отвір у вигляді сопла Лавалю. В результаті цього підвищується ефективність обробки розплавів, тому що таким плазмотроном можливо подавати необхідні реагенти у вигляді порошку або дроту скрізь плазмовий струмінь в рідкий метал.

Наявність вставки дозволяє зменшити температуру нагріву аноду за рахунок підвищеного теплового опору на різьбовій поверхні з'єднання її з корпусом. Це сприяє підвищенню терміну експлуатації аноду.

Наявність центрального отвору у формі сопла Лавалю дозволяє зменшити його ерозію, стабілізувати швидкість витікання високотемпературного газу з плазмотрону, підвищити глибину проникнення плазмового струменя в розплав і потужність перемішування металевої ванни. Крім цього, вставка дозволяє регулювати міжелектродну відстань по мірі зносу катода шляхом переміщення її по різьбі, що сприяє стабільності роботи плазмотрону.

Конструкцію заглибного електродугового плазмотрону представлено на фігурі. Плазмотрон містить виконаний у вигляді труби анод 1, усередині якого уздовж його осі розташований рухомий електрод 2 з осьовим отвором 3 і змінним катодом 4. Анод 1 сполучений з наконечником 5. Всередині наконечника розташована вставка 6 з отвором 7, який має форму сопла Лавалю. Рухомий електрод 2 з катодом 4 у верхньому положенні утримується пружиною 8. Рухомий електрод 2 сполучений через ізолятор з трубою-анодом 1 за допомогою системи важелів 9 з поворотною ручкою 10.

Електродуговий плазмотрон працює таким чином.

Відкривають доступ плазмоутворюючого газу до плазмотрона і подають напругу один потенціал на внутрішній рухомий електрод 2, протилежний - на трубу-анод 1 або на метал. Поворотом ручки 10 приводять в рух важелі 9. У результаті цього пружина 8 стискається і відбувається коротке замикання між катодом 4 і вставкою 6. Після цього ручку 10 відпускають і пружина 8 піднімає електрод 2 у верхнє початкове положення. Міжелектродну відстань регулюють величиною стиснення пружини 8 і переміщенням вставки по різьбі. Потім плазмотрон занурюють у розплав і проводять обробку

останнього. Плазмоутворюючий газ, що надходить по отвору 3, нагрівають в зоні горіння дуги. Із зони горіння дуги високотемпературний газ крізь сопло Лавалю вставки в наконечнику 5 поступає в розплав. При цьому утворюється багато бульбашок газу з великою міжфазною поверхнею, що сприяє ефективному рафінуванню розплаву. Після закінчення обробки плазмотрон витягують з розплаву, відключають джерело живлення і припиняють подачу плазмоутворюючого газу до плазмотрону. Потім робочі операції повторюються.

Запропонований електродуговий плазмотрон випробуваний при обробці алюмінієвого сплаву АЛ7 в заводських умовах. Обробку сплаву здійснювали в ковші місткістю 0,5т при температурі розплаву 700-710°C. Живлення на плазмотрон подавали від випрямляча ВДУ-506УЗ. Анод виконували з чавунної труби, яку за допомогою різьби сполучали з наконечником з електродного графіту. Вставку і змінний катод виготовляли з щільного графіту МГП-7 (ТУ 48-20-51-84).

Редуктором на балоні встановлювали надмірний тиск аргону $\geq 1,5$ ам і шляхом включення електромагнітного пневмоклапана відкривали доступ аргону до плазмотрону. Після цього подавали живлення на плазмотрон від випрямляча ВДУ-506УЗ і поворотом ручки важільного механізму проводили коротке замикання електродів плазмотрона. Електродами плазмотрона були змінний графітовий катод рухомого електроду і вставка з соплом Лавалю, яка розташована в наконечнику. При поверненні ручки важільного механізму в початкове (верхнє) положення між вказаними електродами збуджувалася плазмова дуга.

Після включення плазмотрон занурювали в рідкий метал і проводили глибинну обробку розплаву високотемпературним іонізованим аргоном протягом 10хв. В процесі обробки напруга на плазмотроні складала 35-40В, струм в межах 440-450А при витратах аргону 11-12л/хв. По закінченні 10хв. плазмотрон витягували з розплаву, відключали джерело живлення і припиняли подачу аргону до плазмотрону. Ефективність рафінування сплаву при обробці його запропонованим плазмотроном представлена в таблиці.

Дослідження якості металу показали, що після обробки розплаву запропонованим електродуговим плазмотроном міцнісні характеристики литого металу збільшуються на 19-23%, пластичні - на 50-55%. При цьому вміст оксидних включень в обробленому плазмотроном сплаві зменшується на 60-62%, водню - на 76-80%.

Випробування показали, що конструкція запропонованого погрузного електродугового плазмотрона проста і надійна в роботі. Протягом місяця при двозмінній роботі плазмотрон не виходив з ладу. За цей період один раз замінювали графітову вставку в наконечнику анода.

Отже, запропонований плазмотрон на відміну від прототипу та інших аналогів, дає змогу одержати новий технічний ефект, виражений у підвищенні ефективності процесів рафінування та модифікування сплавів при малих витратах реагентів

на обробку, збільшили термін експлуатації плазмового обладнання для глибинної обробки сплавів.

Механічні властивості сплаву АК7 та ступінь видалення неметалевих включень з розплаву, який обробляли плазмотроном.

Обробка сплаву	Механічні властивості		Вміст водню, $\text{cm}^3/100\text{г}$ металу	Ступінь видалення водню, %	Масова частка оксидів Al_2O_3 , %	Ступінь видалення оксидів, %
	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ , %				
Без обробки	178	3,3	0,58		0,046	
Запропоновані плазмотрони	215	5,1	0,12	79,3	0,018	60,8
Прототип Пат. РФ №2042268	194	3,9	0,23	60,0	0,024	47,8

