



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 93843

(13) C2

(51) МПК (2011.01)

B23K 35/368 (2011.01)

B22F 7/00

C23C 24/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ШИХТА ПОРОШКОВОЇ СТРІЧКИ

1

(21) а201008120

(22) 29.06.2010

(24) 10.03.2011

(46) 10.03.2011, Бюл.№ 5, 2011 р.

(72) МАЛІНОВ ВОЛОДИМИР ЛЕОНІДОВИЧ, МА-
ЛІНОВ ЛЕОНІД СОЛОМОНОВИЧ(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(56) UA 32719 U, 26.05.2008

UA 6678 C1, 29.12.1994

SU 373112 A1, 12.03.1973

SU 428893 A1, 25.05.1974

RU 2272701, C1, 27.03.2006

US 4071734 A, 31.01.1978

US 4306920 A, 22.12.1981

(57) Шихта порошкової стрічки, що містить ферох-
ром, марганець металевий, ферованадій, фероти-

2

тан, графіт, мармур, плавиковий шпат, рутиловий концентрат, яка **відрізняється** тим, що вона дода-
токово містить залізний порошок і порошок алюміні-
єво-магнієвий (ПАМ) при наступному співвідно-
шенні компонентів, мас. %:

ферохром	20-40
марганець металевий	16-28
ферованадій	2-6
феротитан	4-14
графіт	0,2-1,0
мармур	0,8-1,6
плавиковий шпат	3,0-3,8
рутиловий концентрат	3,4-4,2
ПАМ	0,8-1,2
залізний порошок	решта.

Винахід відноситься до наплавлювальних ма-
теріалів, конкретно до складу порошкової стрічки
для відновлення і виготовлення деталей машин,
що працюють в умовах ударно-абразивного зно-
шування, і може застосовуватися для наплавлен-
ня деталей з легованої високомарганцевої сталі
(щокі дробарок, хрестовини стрілочних перекладів
і ін.).

Відомий склад порошкового дроту (А.С. SU
419350, В 23К 35/36), що складається з маловуг-
лецевої сталеві оболонки і порошкоподібної ших-
ти, при наступному складі компонентів, мас. %:
марганець металевий 9-14, феротитан 0,3-0,4,
хром металевий 17-27, графіт 0,5-2,0, стрічка ста-
лева - залишкове.

Відсутність у складі цього порошкового дроту
газо-шлакоутворюючих компонентів не дозволяє
використати її для наплавлення відкритою дугою,
що обмежує її вживання і вимагає додаткових ви-
трат на використання флюсу.

Відомий порошковий дріт (А.С. SU 1123215,
B23K 35/368), що є найбільш близьким по складу
компонентів, прийнятий за прототип, шихта якого
містить наступні компоненти мас. %: марганець
металевий 17,5-19,5, феромолібден 0,6-0,9, фero-
титан 1,5-1,9, ферохром 1,2-1,8, графіт 1,4-1,9,

мармур 0,8-1,4, рутиловий концентрат 3,4-4,2,
плавиковий шпат 3,0-3,8, ферованадій 1-1,5, фе-
роалюминоцирконій 0,8-1,2, маловуглецева сталь
оболонки - залишкове.

Метал, наплавлений цим порошковим дротом,
має низьку вихідну твердість і, відповідно, недо-
статнім опором зминанню під дією високих контак-
тних навантажень. Зносостійкість напавленого
металу при поєднанні ударної і абразивної дії не-
достатня.

Значний вміст дефіцитного молібдену в на-
павленому металі приводить до здороження по-
рошкового дроту.

У основу винаходу поставлено завдання роз-
робки складу шихти порошкової стрічки, в якій за
рахунок зміни співвідношення компонентів і вве-
дення нових досягається підвищення опору зми-
нанню і ударно-абразивній зносостійкості напав-
леного металу.

Для вирішення поставленого завдання до
складу шихти порошкової стрічки, що містить фе-
рохром, марганець металевий, ферованадій, фе-
ротитан, графіт, мармур, плавиковий шпат, рути-
ловий концентрат, відповідно до винаходу введені,
залізний порошок і порошок алюмінієво-магнієвий

(13) C2

(11) 93843

(19) UA

(ПАМ) при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Ферохром	20-40
Марганець металевий	16-28
Ферованадій	2-6
Феротитан	4-14
Графіт	0,2-1,0
Мармур	0,8-1,6
Плавиковий шпат	3,0-3,8
Рутиловий концентрат	3,4-4,2
ПАМ	0,8-1,2

Залишкове
Запропонований склад порошкової стрічки з коефіцієнтом заповнення 48-52 % при наплавленні відкритою дугою або під флюсом забезпечує вміст в наплавленому металі: вуглецю 0,6-1,6 %, хрому 6-12 %, марганцю 6-12 %, ванадію 0,4-1,2 %, титану 0,2-1,0 %, алюмінію 0,1-0,2 %.

Ферохром при вибраному співвідношенні компонентів забезпечує одночасне легування наплавленого металу хромом і вуглецем з метою здобуття зміцнюючої фази -карбідів або карбідно-аустенітної евтектики. При співвідношенні мас. % Cr/C = 7-10 забезпечує здобуття карбідів найбільш сприятливого типу.

Збільшення кількості ферохрому понад вказані межі (більше 40 %) посилює схильність наплавленого металу до тріщиноутворення і викришування, а зменшення (менше 20 %) - знижує ударно-абразивну зносостійкість.

Графіт, що вводиться до складу шихти в кількості 0,2-1,0 %, необхідний для компенсації вигорання вуглецю при дуговому наплавленні і формування оптимальної кількості зміцнюючої фази - карбідів.

Марганець металевий при вибраному співвідношенні компонентів у складі шихти забезпечує здобуття в структурі наплавленого металу матриці метастабільного аустеніту. Вміст в шихті марганцю металевого в шихті менше 16 % наводить до зменшення стабільності аустеніту і утворенню в структурі мартенситу, що знижує тріщиностійкість і ударно-абразивну зносостійкість наплавленого металу. Збільшення вмісту в шихті марганцю металевого більше 28 % також приводить до зменшення зносостійкості із-за підвищеної стабільності аустеніту.

Ферованадій при вибраному співвідношенні компонентів шихти забезпечує легування наплавленого металу ванадієм, що приводить до утворення дисперсних спеціальних карбідів і підвищує ударно-абразивну зносостійкість і твердість, що важливе для виробів, які працюють в умовах великих контактних навантажень.

Підвищення вмісту ферованадію більше 6 % приводить до зниження пластичності наплавленого металу і пов'язаного з цим зниженням ударно-абразивної зносостійкості. Вміст ферованадію в шихті менше 2 % не ефективний.

Феротитан введений до складу шихти для легування наплавленого металу титаном з метою для здобуття дрібнозернистої структури наплавленого металу і збільшення зносостійкості, за рахунок утворення дисперсних карбідів TiC, що мають високу твердість. Титан є активним

розкислювачем і нейтралізує шкідливий вплив азоту атмосфери, що розчиняється в наплавленому металі при наплавленні відкритою дугою, і викликає утворення пор.

Вміст феротитану в шихті більше 14 % - не ефективний, а менше 4 % не досить для попередження утворення пор при наплавленні відкритою дугою.

Порошок алюмінієво-магнієвий (ПАМ) підвищує якість наплавленого металу, оскільки є хорошим розкислювачем, нейтралізує шкідливий вплив азоту і сірки. Відхилення у велику і меншу сторону від оптимального вмісту ПАМ (1,0-2,0 %) неефективно.

Стійкість наплавленого металу до утворення пір забезпечується в результаті комплексного газо-шлакового захисту електродного металу на стадії краплі і в зварювальній ванні. Це досягається в основному за рахунок вибору оптимального вмісту газо-шлакоутворюючих компонентів шихти (мармуру, плавикового шпату і рутилу), що забезпечують необхідні фізико-хімічні властивості шлаку.

Мармур введений до складу шихти як газо-шлакоутворюючий компонент, котрий зменшує ризик утворення пор і забезпечує технологічність в процесі наплавлення, оскільки підвищує стабільність горіння дуги. Вміст мармуру більше 1,6 % підвищує розбризування в процесі наплавлення і сприяє збільшенню кисню в наплавленому металі, що призводить до зниження пластичності. Вміст мармуру в шихті менше 0,8 % - не ефективно.

Плавиковий шпат введений як шлакоутворюючий компонент для зниження температури плавлення шлаку, підвищення його рідкотекучості, а також зв'язування водню. Вміст плавикового шпату менше 3,0 % не досить для забезпечення криючої здатності шлаку і попередження пор в наплавленому металі. Збільшення вмісту плавикового шпату більше 3,8 % погіршує стабільність горіння дуги і формування металу шва.

Рутиловий концентрат - шлакоутворюючий компонент, що забезпечує стабільність горіння дуги, малі втрати від розбризування, легку віддільність шлакової кірки. Вміст рутилового концентрату менше 3,4 не ефективно, а вміст більше 4,2 додаткового ефекту в порівнянні з його меншою кількістю не дає.

Додавання залізного порошку забезпечує здобуття необхідного масового вмісту компонентів шихти в сердечнику порошкового електроду при заданому значенні коефіцієнта заповнення 48-52 %. Це підвищує технологічність і продуктивність процесу наплавлення.

Для дослідження властивостей наплавленого металу було виготовлено п'ять варіантів шихти порошкових стрічок, вказаних в таблиці 1.

Шихта виготовлялася шляхом перемішування в течії 30 хв. навісок порошкоподібних компонентів в змішувачі типу «п'яна бочка».

Із дослідних партій шихти виготовлялася одностамкова порошкова стрічка перетином 10x3 мм з коефіцієнтом заповнення 50 %. Як сталева оболонка використовувалася холоднокатана стрічка перетином 30x0,4 мм зі сталі 08КП.

Наплавлення проводили на зварювальному автоматі А-1416 с джерелом живлення ВДУ-1201. Режим наплавлення: сила току 450-500 А, напруга 30-32 В, швидкість наплавлення 25 м/ч. Наплавлення дослідних зразків здійснювалась відкритою дугою в 3 шари на пластини з маловуглецевої сталі СтЗпс.

Випробування ударно-абразивної зносостійкості наплавленого металу здійснювали на лабораторній установці, що є порожнистим барабаном, що обертається, діаметром 300 мм на внутрішній стороні якого розташовуються закріплені випробувані зразки - сталеві пластини з наплавленим шаром. Поверхня, що піддається зношуванню ~ 20x20 мм. Кількість одночасно зношуваних зразків складала 30. Перед випробуванням барабан завантажували на 20 % об'єму шматками заздалегідь подрібнених корундових кругів фракційного складу: 20-30 мм - 60%; 10-15 мм - 30 %; менше 10 мм - 10 %. Загальний час випробування складав 6 г; через кожних 2г виробляли перезавантаження барабана з видаленням продуктів помелу і засипкою свіжого абразиву. Окрім абразивного матеріа-

лу і зразків всередину для посилення ударної складової зносу завантажувалися сталеві кулі 030 мм з долею зразків в завантаженні 5 % від об'єму барабана.

Відносна зносостійкість визначалася по фор-

$$\text{мулі: } \epsilon = \frac{\Delta P_{\text{эт}} / S_{\text{эт}}}{\Delta P_{\text{обр}} / S_{\text{обр}}},$$

де $\Delta P_{\text{эт}} / S_{\text{эт}}$ $\Delta P_{\text{обр}} / S_{\text{обр}}$ - відповідно, втрати маси еталону і зразка, віднесені до площі їх зношеної поверхні.

За еталон порівняння прийнята зносостійкість металу, наплавленого порошковим дротом - прототипом.

Для оцінки опору зминанню на дослідних зразках визначалася твердість наплавленого металу в поверхневому шарі.

Дані по властивостях наплавленого металу порівняно з властивостями, що досягаються при наплавленні дротом-прототипом приведені в таблиці 2.

Таблиця 1

Варіанти складів шихти порошкової стрічки для зносостійкого наплавлення

Компоненти	Вміст компонентів, мас. %				
	1	2	3	4	5
Ферохром	20	25	30	35	40
Марганець металевий	16	19	22	25	28
Ферованадій	2	3	4	5	6
Феротитан	4	6,5	9	11,5	14
Графіт	0,2	3,2	3,4	3,6	1,0
Мармур	0,8	1	1,2	1,4	1,6
Плашковий шпат	3,0	3,6	3,8	4	3,8
Рутиловий концентрат	3,4	0,9	1	1,1	4,2
ПАМ	0,8	0,4	0,6	0,8	1,2
Залізний порошок	залишкове	залишкове	залишкове	залишкове	залишкове

Таблиця 2

Властивості металу, наплавленого дослідними порошковими стрічками

Номер варіанту складу шихти	1	2	3	4	5	6 (прототип)
Твердість	36HRC	37HRC	38HRC	40HRC	42HRC	240 HB
Відносна ударно-абразивна зносостійкість	1,7	1,8	1,9	2,0	1,8	1,0

Приведені дані показують, що метал, наплавлений запропонованою порошковою стрічкою, перевершує по опору зминанню і ударно-абразивній

зносостійкості рівень властивостей, що забезпечується при використанні для наплавлення дроту-прототипу.