



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **94558** (13) **C2**  
(51) **МПК (2011.01)**  
**B23K 35/36 (2006.01)**  
**B22F 7/00**  
**C23C 24/00**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ШИХТА ПОРОШКОВОЇ СТРІЧКИ

1

(21) а201009841  
(22) 09.08.2010  
(24) 10.05.2011  
(46) 10.05.2011, Бюл.№ 9, 2011 р.  
(72) МАЛІНОВ ВОЛОДИМИР ЛЕОНІДОВИЧ, МА-  
ЛІНОВ ЛЕОНІД СОЛОМОНОВИЧ  
(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
(56) Заявка UA а 201004015, пріор. 06.04.2010,  
публ. 25.11.2010  
Заявка UA а201007023, пріор. 07.06.2010, публ.  
25.01.2011  
Заявка UA а201008120, пріор. 29.06.2010, публ.  
25.11.2010  
SU 387799 A1, 22.06.1973

2

SU 503683 A1, 25.02.1976  
GB 1056171 A, 25.01.1967  
(57) Шихта порошкової стрічки, що містить марга-  
нець металевий, феросиліцій, залізний порошок,  
яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить  
ферохром, феротитан, порошок алюмінієво-  
магнієвий (ПAM) і мармур при наступному співвід-  
ношенні компонентів, мас. %:

ферохром	3,0-5,0
марганець металевий	32-36
феросиліцій	1,0-3,0
феротитан	3,0-5,0
ПAM	1,0-3,0
мармур	1,0-3,0
залізний порошок	решта.

Винахід належить до наплавлювальних мате-  
ріалів, конкретно до складу порошкової стрічки для  
відновлення і виготовлення деталей машин, що  
працюють в умовах сухого тертя і контактно-  
втомного вантаження (коліс кранів, різних роликів і  
ін.), а також буферних шарів перед зміцнюючим  
наплавленням.

В даний час в цій області не вирішена про-  
блема створення наплавлювального матеріалу  
для здобуття економно легovanого зносостійкого  
наплавленого металу із структурою метастабіль-  
ного аустеніту, що забезпечує реалізацію дефор-  
маційного мартенситного перетворення в процесі  
зношування, і що, при цьому задовільно обробля-  
ється різанням.

Відомий порошковий дріт [А.С. СССР №  
293667 кл. В 23 К 35/36, 1969], що містить наступні  
компоненти, мас. %:

хром металевий	13-16
марганець металевий	11-14
марганець азотований	3-5
феромолібден	1,0-1,25
ферованадій	0,5-2,0
феротитан	1-3
оболонка із армко-заліза	решта

Даний склад порошкового дроту містить такі  
дефіцитні і дорогі компоненти, як молібден мета-  
левий, ферованадій, марганець азотований. Крім

того, потрібне дуже ретельне просушування ших-  
тових матеріалів, що запобігає потраплянню в на-  
плавлений метал водню, утворюючого пори.

Відомий склад шихти порошкового дроту, при-  
йнятого за прототип [А.с. СССР № 1073974 кл. В  
23 К 35/36, 1989], яка містить наступні компоненти,  
мас. %:

марганець металевий	26-35
марганець азотований	0,8-1,5
ферованадій	2-5
феромарганець	2,5-5
феросиліцій	0,5-1,5
вуглекислий кальцій	5-8
залізний порошок	решта

Склад порошкового дроту - прототипу також  
містить такі дефіцитні і дорогі компоненти, як фе-  
рованадій і марганець азотований.

У основу винаходу поставлено задачу розроб-  
ки складу шихти порошкової стрічки, в якій за ра-  
хунок зміни складу і співвідношення компонентів  
досягається зниження собівартості при збереженні  
високої зносостійкості.

Для вирішення поставленої задачі в шихту по-  
рошкової стрічки, що містить марганець метале-  
вий, феросиліцій, залізний порошок, відповідно до  
винаходу додатково введені ферохром, фероти-  
тан, порошок алюмінієво-магнієвий (ПAM) і мар-

(19) **UA** (11) **94558** (13) **C2**

мур при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

ферохром	3,0-5,0
марганець металевий	32-36
феросиліцій	1,0-3,0
феротитан	3,0-5,0
порошок алюмінієво-магнієвий (ПАМ)	1,0-3,0
мармур	1,0-3,0
залізний порошок	решта.

При наплавленні під флюсом порошковою стрічкою, що містить шихту пропонованого складу і має коефіцієнт заповнення 48-52 %, забезпечується вміст в наплавленому металі вуглецю 0,15-0,25 %, хрому 1-3 %, марганцю 14-17 %, кремнію 0,5-0,8 %, титану 0,15-0,25 %, алюмінію 0,1-0,15 %.

Запропонований склад шихти більш економічний ніж відомі, оскільки не містить дорогих компонентів, таких як ферованадій, феромолібден, азотований марганець).

Ферохром, що містить разом з хромом вуглець, введений до складу шихти в кількості 3-5 %, для здобуття в наплавленому металі вмісту вуглецю 0,15-0,25 % і легування хромом в кількості 1-3 %. Це забезпечує необхідні міцнісні характеристики і зносостійкість. Зменшення вмісту ферохрому менше нижньої межі (3 %) призводить до зниження зносостійкості, а збільшення межі (5 %) більше верху не забезпечує додаткового підвищення зносостійкості.

Марганець металевий при вибраному співвідношенні компонентів у складі шихти легує наплавлений метал марганцем, аустенітоутворюючим елементом, що є, і забезпечує здобуття в структурі аустеніту з оптимальною стабільністю відносно до деформаційного перетворення на мартенсит при навантаженні.

Вміст в шихті марганцю металевої, нижче нижньої межі (32 %), може привести до утворення у структурі наплавленого металу великої кількості крихкого мартенситу і появи тріщин. Вміст марганцю металевого вище верхньої межі (36 %) призводить до зниження зносостійкості.

Феросиліцій введений для легування наплавленого металу кремнієм, і за рахунок цього відбувається його зміцнення та підвищення зносостійкості. Вміст феросиліцію менше 1 % не ефективно, а вище, ніж 3 % може призвести до появи тріщин.

Феротитан введений в склад для здобуття дрібнозернистої структури наплавленого металу і підвищення тріщиностійкості, а також для збільшення зносостійкості, за рахунок утворення дрібнодисперсних карбідів TiC, які мають високу твердість. Зменшення вмісту феротитану менше нижньої межі (3 %) неефективно, а збільшення більше верхньої межі (5 %) не забезпечує додаткового збільшення зносостійкості і погіршує віддільність шлакової кірки.

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 (1-3 %) неефективно.

Мармур у вибраних кількостях забезпечує технологічність у процесі наплавлення, оскільки підвищує стабільність горіння дуги та зменшує ризик утворення пор. Вміст мармуру більше 3,0 % погіршує формування наплавленого металу, а менше 1,0 % - не ефективно.

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

Таблиця 1

Варіанти складів порошкової стрічки для зносостійкого наплавлення

Компоненти	Вміст компонентів, мас. %				
	1	2	3	4	5
Ферохром	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Марганець металевий	30	32	34,0	36,0	38,0
Феросиліцій	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Феротитан	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Порошок алюмінієво-магнієвий (ПАМ)	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Мармур	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Залізний порошок	решта	решта	решта	решта	решта

Шихта виготовлялася шляхом перемішування протягом 30 хв наважок порошкоподібних компонентів в змішувачі типу "п'яна бочка".

Із дослідних партій шихти виготовлялася одностороння порошкова стрічка перерізом 10×3 мм з коефіцієнтом заповнення 50 %. Як сталева оболонка використовувалася холоднокатана стрічка перерізом 30×0,4 мм зі сталі 08КП.

Наплавлення виробляли на зварювальному автоматі А-1416 з джерелом живлення ВДУ-1201. Режим наплавлення: сила струму 450-500 А, напруга 30-32 В, швидкість наплавлення 25 м/ч. На-

плавлення дослідних зразків виконувалася в 3 шари на пластини з маловуглецевої сталі СтЗпс.

Випробування зносостійкості наплавленого металу проводилися на машині МІ-1м за схемою "колодка-ролик", що характеризує сухе тертя. Ролик виготовлявся з рейкової сталі, що має твердість 340-350 НВ. В парі з ним зношувалися зразки, наплавлені порошковими стрічками різного складу.

Відносна зносостійкість визначалася по формулі:

$$\varepsilon = \frac{\Delta P_{ЭТ} / S_{ЭТ}}{\Delta P_{ОБР} / S_{ОБР}},$$

де  $\Delta P_{ЭТ} / S_{ЭТ}$  і  $\Delta P_{ОБР} / S_{ОБР}$  - відповідно, втрати маси еталона і зразка, віднесені до площі їх зношеної поверхні.

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

Визначалася також зносостійкість при зношуванні в потоці дробу, що транспортується стиснутим повітрям. Вплив дробу викликає наклепання поверхні, що приводить до передеформації при поверхневих об'ємів і утворенню втомних тріщин. Цей процес може розглядатися як аналогічний

змінам поверхневого шару, що відбуваються при контактному-втомному зношуванні в процесі експлуатації деталей.

Тиск стисненого повітря складав 5 атм. Вихідний отвір абразивної для повітря суміші з сопла інжектора  $\varnothing 16$  мм. Кут атаки абразиву поверхні зношуваних зразків - 60 град. Тривалість випробування визначалася витратою заданої кількості дробу (20 кг). Відносна зносостійкість визначалася також по формулі (1).

Дані по зносостійкості наплавленого металу порівняно з еталонном приведені в таблиці. 2.

Таблиця 2

Відносна зносостійкість металу, наплавленого різними складами порошкової стрічки

Номер варіанта складу шихти	1	2	3	4	5	6 (прототип)
Відносна зносостійкість при сухому терті	1,1	1,15	1,2	1,1	1,0	1,0
Відносна зносостійкість у потоці дробу	1,0	1,2	1,25	1,3	1,1	1,0

Приведені дані показують, що метал, наплавлений порошковою стрічкою з запропонованим більш економічним складом шихти, по зносостійкості наплавленого металу не поступається рівню, що досягається при використанні порошкового

дроту - прототипу. Цей склад шихти також забезпечує хороший комплекс наплавлявально-технологічних характеристик (в тому числі хороше формування та стійкість до утворення пор).