



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **102527**

(13) **U**

(51) МПК

B23K 35/24 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 00643**

(22) Дата подання заявки: **27.01.2015**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.11.2015**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.11.2015, Бюл.№ 21**

(72) Винахідник(и):

**Головко Віктор Володимирович (UA),
Степанюк Сергій Миколайович (UA),
Єрмоленко Дмитро Юрійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ.
Є.О. ПАТОНА НАН УКРАЇНИ,
вул. Боженка, 11, м. Київ, 03680 (UA)**

(54) ПОРОШКОВИЙ ДРІТ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ

(57) Реферат:

Порошковий дріт для зварювання низьколегованих сталей складається з металевої оболонки і порошковидної шихти, яка містить марганець, хром, феросиліцій, нікель, молібден. Порошкове осердя додатково містить алюміній, мідь, залізний порошок, а також один чи декілька диспероїдних інокулянтів у вигляді частинок кристалізованих оксидів магнію та/чи цирконію розміром 0,2-1,5 мкм.

UA 102527 U

Корисна модель належить до галузі зварювання, а більш конкретно до зварювальних матеріалів, що призначені для зварювання маловуглецевих та низьколегованих сталей, а більш точно до порошкових дротів, які призначено для формування металу швів, що мають підвищений рівень показників міцності та пластичності і високі значення ударної в'язкості при низьких кліматичних температурах.

Відомий порошковий дріт (Патент КНР CN103586594A), склад якого є найбільш близьким до складу того, що заявляється, який використовується для зварювання високоміцних низьколегованих сталей з тимчасовим опором руйнуванню в межах від 650 до 1000 МПа. Порошковий дріт складається зі металевої оболонки та порошковидної шихти при наступному співвідношенні компонентів (мас. %):

марганцю	7-12
хрому	0,5-2
нікелю	8-14
молібдену	2-4
феросиліцію	3-6
силікоцирконію	0,5-3
феротитану	0,5-3
флюориту	0,5-3
ільменіту	0,5-3.

До недоліків слід віднести те, що формування металу швів з високим вмістом таких мікроструктурних складових як голчатий ферит, гранульований бейніт, внутрізерений бейніт, які забезпечують високий рівень показників механічних властивостей зварних швів досягається шляхом зміцнення твердого розчину вуглецю в залізі за рахунок комплексного легування металу марганцем, нікелем, хромом, молібденом і титаном. Такий підхід до формування структури металу швів передбачає необхідність введення до зварювальної ванни через осердя порошкового дроту занадто великої кількості високовартісних і дефіцитних матеріалів (8,0-14,0 % нікелю, 2,0-4,0 % молібдену, 0,5-3,0 % силікоцирконію), що суттєво погіршує не тільки зварювально-технологічні властивості дроту, але і впливає на його економічні показники.

В основу корисної моделі поставлено задачу - отримання при зварюванні високоміцних низьколегованих сталей металу швів з високим рівнем показників механічних властивостей за рахунок використання порошкового дроту зі зниженим вмістом високовартісних і дефіцитних матеріалів.

Задача вирішується за рахунок того, що формування металу швів з високим вмістом таких мікроструктурних складових як голчатий ферит, гранульований бейніт, внутрізерений бейніт, які забезпечують високий рівень показників механічних властивостей зварних швів, досягається шляхом впливу на умови утворення кристалічної структури в процесі її утворення і під час охолодження металу за рахунок введення до зварювальної ванни дисперсоїдних інокулянтів.

Для цього запропоновано використання порошкового дроту, що складається з металевої оболонки і порошковидної шихти, яка містить марганець, хром, нікель, молібден, феросиліцій, алюміній, мідь, залізний порошок, та додатково містить дисперсоїдні інокулянти (ДІ) при такому співвідношенні компонентів (мас. %):

марганець (1,5)	0,5-3,0
хром (0,1)	0,2-3,0
нікель (2,1)	0,5-4,0
молібден (0,3)	0,2-0,6
феросиліцій (1,0)	0,5-1,5
алюміній (0,1)	0,1-0,5
мідь (0,7)	0,3-1,5
залізний порошок (84)	50,0-90,0
ДІ (10)	5-20.

Коефіцієнт заповнення порошкового дроту складає (22 %) 14-26 %.

Як матеріал металевої оболонки використовують сталеву стрічку товщиною (0,5-0,8) \pm 0,1 мм і шириною (10-12) \pm 0,5 мм, вимоги до хімічного складу якої наведено в табл. 1.

Марганець, хром, нікель, молібден і мідь сприяють зміцненню твердого розчину металу і забезпечують досягнення показників міцності зварних швів на рівні основного металу. Феросиліцій і алюміній розкислюють метал зварювальної ванни і знижують вміст кисню в зварних швах. Як дисперсоїдні інокулянти запропоновано використання частинок кристалізованих оксидів магнію та/чи цирконію розміром 0,2-1,5 мкм.

Дисперсоїдні інокулянти завдяки своїми фізико-хімічним властивостям слугують поверхнево активними частками по відношенню до границь зерен металу в процесі його кристалізації і

перекристалізації. Введення до зварювальної ванни кристалізованих оксидів магнію та/чи цирконію в кількості 5-20 % від маси осердя порошкового дроту сприяє зміні розмірів як первинної, так і вторинної структури металу, що приводить в результаті до покращення його показників в'язкості при низьких кліматичних температурах. Введення часток ДІ розміром менше 0,2 мкм не справляє помітного впливу на структуру і механічні властивості металу швів через високу інтенсивність їх розчинення в рідкому металі зварювальної ванни. Частки ДІ розміром вище 1,5 мкм утворюють в металі неметалеві включення, які впливають на зниження стійкості зварних швів проти крихкого руйнування. Фізико-хімічні показники оксидів, які запропоновано для використання як дисперсоїдів, наведено в табл. 2.

Порошковий дріт, що заявляється, має принципово новий склад, технологічний при виготовленні і має економічні переваги у порівнянні з наведеним вище аналогом.

Для проведення випробування були виготовлені шість варіантів порошкових дротів, в яких використовували сталеву стрічку з розмірами 0,5×12 мм, що містила С - 0,07 %; Si-0,015 %; Mn-0,27 %; S-0,026 %; P - 0,009 %; Al-0,047 %. Компоненти шихти осердя порошкових дротів і показники їх якості наведено в табл. 3.

Зразки для дослідження вибирали з металу зварних швів, що були виконані при дуговому зварюванні дослідними порошковими дробами в середовищі захисного газу (Ar-82 % + CO₂-18 %), відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 14 174-2000. Зварювання виконували постійним струмом зворотної полярності з дотриманням режимів зварювання: I_{зв} = 250±10 А; U_д = 25±2 В; V_{зв}=10±1 м/г.

Хімічний склад металу швів визначали за відомими методиками хімічного і спектрального аналізів. Шліфи для аналізу мікроструктури виготовляли з середньої частини металу швів. Показники міцності і пластичності металу швів визначали на зразках тип П за ГОСТ 6996-66, а ударної в'язкості на зразках тип IX за ГОСТ 6996-66 при температурі випробування мінус 20 °С. Зварювально-технологічні характеристики порошкових дротів оцінювали на приладі "Ганновер" за методикою ІЕЗ ім. Є.О. Патона (Шлепаков В. Н., Котельчук А. С, Супрун С. А. Идентификация состава порошковых проволок по электрическим сигналам дуговой сварки //Автоматическая сварка. - 1999. - № 8. - С. 37-42) Хімічний склад металу швів наведено в табл. 4, а механічні властивості - в табл. 5.

В результаті проведених випробувань було встановлено, що хороші зварювально-технологічні властивості мають порошкові дріти складів № 1, № 3, № 4, № 5 та № 7. Процес зварювання з використанням аналога відрізнявся підвищеним розбризкуванням електродного металу, а зварні шви, отримані при зварюванні дробами складів № 2 та № 6, мали формування з наявністю поверхневих дефектів. Мікроструктура металу швів, які були отримані при зварюванні дробами складів № 1 і № 2 мала підвищений вміст рейкового мартенситу, що привело до зниження показників в'язкості металу. Метал швів, отриманих при зварюванні дробами складу № 4 і № 6 відрізнявся низьким рівнем пластичності, а при зварюванні дробом складу № 2 - низьким рівнем показників міцності.

В результаті аналізу та узагальнення отриманих даних порошковий дріт складу 3, 5 та 7 визнано за оптимальний. Таким чином, результати проведених випробувань свідчать, що запропонований склад порошкового дроту забезпечує можливість отримання металу зварних швів з механічними властивостями на рівні основного металу (низьколегована сталь категорії міцності K65), а за своїми економічними показниками має переваги в порівнянні з аналогом.

Порошковий дріт складу, що заявляється, успішно пройшов лабораторні випробування і дослідно-промислово перевірку на Новокраматорському заводі важкого машинобудування, за результатами якої його було рекомендовано для промислового впровадження при виготовленні зварних металоконструкцій з низьколегованих високоміцних сталей категорії міцності до K65.

Таблица 1

Вимоги до хімічного складу сталеві стрічки,
що використовується як матеріал металевої оболонки порошкового дроту

Масова частка, %					
C	Si	Mn	S	P	Al
0,01-0,09	≤0,03	0,20-0,45	≤0,03	≤0,025	0,02-0,08

Таблица 2

Фізико-хімічні показники оксидів, які запропоновано для використання як дисперсоїдів

Параметр	ZrO ₂	MgO
температура плавлення, °C	2715	2825
кут змочування розплавом заліза, град.	106	108
параметр кристалічної решітки, нм	0,364	0,421
невідповідність з параметром Feγ, %	1,1	14,5

Таблица 3

Компоненти шихти осердя порошкових дріт і показники їх якості

Компоненти шихти	Масова частка в шихті осердя дроту, мас. %							
	прототип	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
марганець	12	3,5	3,0	1,5	0,4	2,5	1,2	2,5
хром	2,0	3,0	3,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
нікель	12,0	0,4	0,4	2,1	4,5	1,1	2,0	1,1
молібден	3,5	0,1	0,5	0,3	0,65	0,3	0,5	0,3
феросиліцій	5,5	0,4	0,7	1,0	0,8	1,0	1,6	1,0
алюміній	0	0,6	0,07	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1
мідь	0	0,4	0,2	0,7	0,7	0,7	1,6	0,7
ільменіт	1,5	0	0	0	0	0	0	0
силікоцирконій	1,5	0	0	0	0	0	0	0
флюорит	2,0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	4	22	10,1	4	0	0	5,1
ZrO ₂	0	0	0	0	0	10,2	22	5,1
залізний порошок	60	87,6	69,63	84	88,55	84	66,2	84

Таблица 4

Хімічний склад металу швів

Зварювальний дріт	Масова частка в металі шва, %										
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Al	Cu	Zr	S	P
прототип	0,035	4,89	0,67	0,87	5,85	1,52	0,009	Сл.	0,05	0,007	0,014
№ 1	0,020	1,55	0,27	1,40	0,27	0,09	0,038	0,25	Сл.	0,019	0,020
№ 2	0,053	1,47	0,42	1,46	0,25	0,23	0,011	0,14	Сл.	0,020	0,024
№ 3	0,031	1,21	0,23	0,14	1,85	0,29	0,023	0,60	Сл.	0,025	0,024
№ 4	0,036	0,36	0,58	0,08	3,28	0,59	0,038	0,38	Сл.	0,020	0,026
№ 5	0,041	1,42	0,29	0,06	0,76	0,15	0,019	0,37	0,06	0,021	0,024
№ 6	0,045	1,16	0,75	0,11	1,28	0,23	0,021	0,56	0,11	0,020	0,022
№ 7	0,039	1,32	0,25	0,09	1,56	0,25	0,020	0,49	0,04	0,022	0,024

Таблица 5

Механічні властивості металу швів

Показники властивостей	Механічні властивості металу швів							
	прототип	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
тимчасовий опір руйнуванню, МПа	865	820	645	693	723	648	772	673
границя плинності, МПа	707	757	556	605	700	592	720	598
відносне подовження, %	17	18	20	15	12	21	10	18
відносне звуження, %	54	56	59	50	35	64	27	57
ударна в'язкість, Дж/см	77	31	98	75	55	83	56	79

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Порошковий дріт для зварювання низьколегованих сталей, що складається з металевої оболонки і порошковидної шихти, яка містить марганець, хром, феросиліцій, нікель, молібден, який **відрізняється** тим, що порошкове осердя додатково містить алюміній, мідь, залізний порошок, а також один чи декілька диспероїдних інокулянтів (ДІ) у вигляді частинок кристалізованих оксидів магнію та/чи цирконію розміром 0,2-1,5 мкм при наступному співвідношенні компонентів (мас. %):
- | | |
|-----------------------|-----------|
| марганець (1,5) | 0,5-3,0 |
| хром (0,1) | 0,2-3,0 |
| нікель (2,1) | 0,5-4,0 |
| молібден (0,3) | 0,2-0,6 |
| феросиліцій (1,0) | 0,5-1,5 |
| алюміній (0,1) | 0,1-0,5 |
| мідь (0,7) | 0,3-1,5 |
| залізний порошок (84) | 50,0-90,0 |
| ДІ (10) | 5-20. |

10

 Комп'ютерна верстка І. Мироненко

 Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601