



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 81996

(13) C2

(51) МПК (2006)

B23K 35/368

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

(54) ПОРОШКОВИЙ ДРІТ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ

1

(21) а200606124

(22) 02.06.2006

(24) 25.02.2008

(72) КОНДРАТЬЄВ ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA,
РЯБЦЕВ ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, ЧЕРНЯК
ЯРОСЛАВ ПЕТРОВИЧ, UA(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є.О.
ПАТОНА НАН УКРАЇНИ, UA(56) SU 490615, 05.11.1975
JP 4339591, 26.11.1992

JP 6304781, 01.11.1994

(57) Порошковий дріт для наплавлення відкритою
дугою, переважно інструменту для гарячого
деформування металу, що складається зі сталевий
оболонки і порошкоподібної шихти, що вміщує
нікелевий порошок, феротитан, молибденовий
порошок, кремній кристалічний, який

2

відрізняється тим, що до складу шихти дроту
додатково введені алюмінієвий порошок,
марганець металевий, шлако- і газоутворюючі
компоненти, залізний порошок, причому
компоненти дроту взяті в наступному
співвідношенні, мас %:

нікелевий порошок	7-9
марганець металевий	5-7
феротитан	3-6
молибденовий порошок	0,5-1,5
кремній кристалічний	1-2
алюмінієвий порошок	1-2
шлако- і газоутворюючі компоненти	4-8
залізний порошок	0,5-10
сталева оболонка	решта.

Передбачуваний винахід відноситься до
зварювальних матеріалів, зокрема до порошкових
дротів для наплавлення зносостійкого шару
металу на робочу поверхню деталей, працюючих в
умовах великого питомого тиску та підвищених
температур - переважно штампового та пресового
інструменту для гарячого деформування металу.

Для ручного наплавлення подібного
інструменту застосовуються електроди, серед
яких найбільш розповсюджені електроди марок
ЕН-60М, ОЗШ-4, ОЗШ-1, ОЗН-3, Castodur 9080,
Хирег 9025 та інші. Порівняно низька
продуктивність ручного наплавлення, значна
трудомісткість, а також залежність якості
наплавлення від кваліфікації зварювальника
знижує ефективність застосування електродів.

Для механізованого наплавлення, зокрема
напівавтоматичного, все частіше застосовуються
самозахисні порошкові дроти. Процес
наплавлення відкритою дугою, тобто без
застосування захисних газів та флюсів, значно
спрощує техніку відновлення та зміцнення
інструменту зі складною формою. Найбільш відомі
порошкові дроти марок ПП-Нп-25Х5ФМСТ, ПП-Нп-
30Х4В3МЗФС. ПП-Нп-30Х4Г2СМ [див. довідник
"Наплавочные порошковые ленты и проволоки",
Київ/Техніка", 1991 р., ст. 16]. Метал, наплавлений

ціми дротами, уявляє собою хромомолибденову
або хромовольфрамомолибденову штампову сталь
мартенситного класу з карбідним зміцненням.
Наплавлений метал цього класу володіє високою
теплостійкістю та термостійкістю, але в той же час
має високу твердість - більше HRC 50. А цей
фактор не дозволяє застосовувати обробку
різнанням, особливо інструменту складної форми,
що суттєво знижує, рівень застосування
зносостійкого наплавлення.

По цій причині застосування
мартенситностаріючих сталей у якості
напавленого металу дуже перспективно. Ці сталі
мають рад переваг перед металом мартенситного
класу: можливість наплавлення без попереднього
та супутнього підігріву; порівняно невисока вихідна
твердість дозволяє провадити механічну обробку
напавлених виробів різанням; простота термічної
обробки, котра забезпечує високі експлуатаційні
якості напавленого металу.

Відомі декілька марок порошкового дроту для
наплавлення шару мартенситностаріючої сталі
розробки Уральського політехнічного інституту
[а.в. 323226, Б.В. 1972, №1; а.п. 493320, Б.В. 1975,
№ 44; а.п.565797, Б.В. 1977, № 27], однак вони не
знайшли застосування. Нами в якості прототипу
обраний найбільш відомий порошковий дріт [а.о.

(13) C2

(11) 81996

(19) UA

490615, кл. В23К35/36, Б.В. 1972, № 41], який складається зі сталеві оболонки й порошкоподібної шихти, що містить нікель, кобальт, молібден, феротитан, в котрий для підвищення зносостійкості до складу шихти уведено феросіліцій та кремнефтористий натрій, а компоненти дроту узяті у наступному співвідношенні (мас. %):

нікель	3,5-5,5
кобальт	12-14
молібден	14-16
феротитан	0,5-0,8
феросіліцій	0,5-0,8
кремнефтористий нагрій	0,5-1
оболонка	інше

Метал, отриманий при наплавленні цим дротом, має порівняно високу твердість після відпуску (старіння) - HRC 57, але у той же час вихідна твердість (після наплавлення) досить значна - HRC 44, що перешкоджає обробці наплавленого шару різанням. До недоліків порошкового дроту - прототипу можна віднести також його високу вартість (із-за дуже великого вмісту кобальту та молібдену), а також ту обставину, що дріт призначений тільки для наплавлення під шаром флюсу, а це значно звужує номенклатуру деталей, що підлягають наплавленню.

Задачею цього передбачуваного винаходу є створення відносно дешевого самозахисного порошкового дроту для дугового наплавлення шару економнолегованої мартенситностаріючої сталі, яка володіє високою теплостійкістю - не нижче 570°C та має безпосередньо після наплавлення твердість не біллі HRC 35, а після старіння (відпуску) не менше HRC 45.

Поставлена задача вирішується шляхом створення порошкового дроту, який складається зі сталеві оболонки і порошкоподібної шихти, яка містить нікелевий порошок, феротитан, молібденовий порошок, кремній кристалічний. Суттєвою відмінністю є те, що до складу шихти дроту додатково уведено алюмінієвий порошок, марганець металевий, шлако- і газотворюючі компоненти, залізний порошок, причому компоненти дроту узяті при наступному співвідношенні, мас. %:

нікелевий порошок	7-9
марганець металевий	5-7
феротитан	3-6
молібденовий порошок	0,5-1,5
кремній кристалічний	1-2
алюмінієвий порошок	1-2
шлако- і газотворюючі компоненти	4-8
залізний порошок	0,5-10
сталева оболонка	інше

В якості сталеві оболонки використовується холоднокатана стрічка [ГОСТ 19851-74] з низьковуглецевої сталі марок 08,08кп, 08 пс.

Слід відзначити, що у мартенситностаріючих сталях вміст вуглецю не повинен бути більш ніж 0,13%, інакше суттєво знижується ефект старіння, причому вихідна твердість металу (після

наплавлення) досить велика - близько HRC 40. Із-за цього легуючі елементи уводяться до шихти порошкового дроту у вигляді чистих компонентів (порошків металів), а не вигляді вуглецевміщуючих феросплавів. Виключення зроблено тільки для титану, бо його порошок дуже дорогий та дефіцитний.

Зміцнення мартенситностаріючих сталей пояснюється двома основними механізмами: мартенситне перетворення створює достатньо міцну та пластичну матрицю, подальше зміцнення котрої йде за рахунок виділення у твердому розчині інтерметалевих фаз.

Нікель входить до складу більшості мартенситностаріючих сталей, причому його кількість може коливатися від 4 до 18 % . Оптимальним вмістом нікеля слід рахувати 8%; при цьому збільшується кількість мартенситу заміщення, що веде до росту ступеня зміцнення сталі. Подальше підвищення вмісту нікеля не впливає на цю характеристику.

Марганець використовується, як правило, для часткової заміни нікеля, а також для підвищення міцності сталі. Підвищення цієї характеристики сталі при легуванні марганцем (4-6%) обумовлено двома причинами: зміцнення твердого розчину за рахунок розчинення марганцю та зміцнення, яке пов'язано з утворенням мартенситу.

Практично кожна мартенситностаріюча сталь утримує молібден. Дисперсність, морфологія, характер розподілу й міцність часток молібденовміщуючої фази такі, що вони забезпечують найкраще сполучення механічних властивостей. Хоча використання молібдену у економнолегованих сталях обмежено із-за його високої вартості, його все ж таки застосовують у малих кількостях (0,5-1,5%), що дозволяє підвищити пластичність та в'язкість сталі.

Кремній позитивно впливає на якість мартенситностаріючих сталей, котрі вміщують 6-15% нікеля. Невеликі добавки кремнію зменшують рівновагу розчинності більшості легуючих елементів у α та γ -Fe, що, в свою чергу, підвищує ефект дисперсійного твердіння. Аналіз механічних властивостей сталі, яка містить нікель, молібден та титан, показує, що оптимальним вмістом кремнію, достатнім для інтенсифікації процесу старіння та не виявляючого помітного зниження пластичності й в'язкості, складає біля 1 %.

Титан та алюміній є найбільш ефективними елементами, які зміцнюють мартенситностаріючі сталі. Практично вони не розчиняються у мартенситі і в присутності нікелю при нагріванні сталі відбувається виділення зміцнюючих часток типу NiAl, Ni₃Ti, Ni₃(Al, Ti). Вплив титану та алюмінію на властивості сталей не обмежується їх участю у зміцненні при старінні мартенситу. У сталях з низькою температурою початку мартенситного перетворення малі добавки титану та алюмінію (приблизно по 1 % кожного) дають можливість підвищити температуру початку мартенситного перетворення, змінити кількість остаточного аустеніту та відповідно збільшити стійкісні властивості.

Наявність в складі шихти порошкового дроту у певному співвідношенні шлако- та газотворюючих компонентів карбонатно-флюоритного типу дозволяє проводити наплавлення відкритою дугою. Раніше здійсненими дослідженнями встановлено, що оптимальним вмістом шлако- та газотворюючих компонентів у дроті для наплавлення легованої сталі, котрий забезпечує, надійний захист металу шва, становить 4-8 %. При меншому вмісті погіршується захист і можлива поява пор, при більшому - надмірна кількість шлаку, що утрудняє роботу при багатшаровому напавленні.

Залізний порошок уводиться до складу порошкового дроту для одержання заданого коефіцієнту заповнення, котрий забезпечує погрібний склад наплавленого металу та щільний стиск країв сталевих стрічки. На хімічний склад та властивості наплавленого металу він не впливає.

Для вибору оптимального складу порошкового дроту визначали ефект старіння наплавленого металу, тобто його твердість після напавлення (вихідна) та твердість після відпуску (старіння) при 480°C протягом 3 годин. Також визначали теплостійкість наплавленого металу (у состаріному становищі), котра характеризувалася температурою 2-х годинного відпуску, після якого твердість складала HRC 40.

В таблиці наведено вплив складу порошкового дроту на властивості наплавленого металу. Кількість шлако- та газотворюючих компонентів у всіх випадках була практично однакова. Коефіцієнт заповнення дроту -33 %.

При напавленні порошковим дротом заявочного складу (відповідно варіанти 4, 7, 9 таблиці) наплавлений метал має наступний склад: 0,05-0,13% C; 7,0-8,5% Ni; 4,0-6,0% Mn; 1,0-2,0% Si; 0,5-1,5 % Ti; 0,5-1,5 % Mo; 0,2-0,6% Al. Структура металу до старіння складається із фериту та нітридів легуючих елементів, після старіння - із дрібногочатого та пакетного мартенситу, а також нітридів. Типова твердість після напавлення - HRC 30-34. після старіння HRC 47-52; теплостійкість - 570-580°C.

7	7,9	6,1	4,6	0,9	1,6
8	8,2	4,8	6,8	1,8	0,9
9	9,0	7,0	6,0	1,5	2,0
10	6,4	8,5	7,0	0,2	2,4
Про тотип	по а.с. 490615				

Відсутність пор, тріщин та інших дефектів у наплавленому металі, значний ефект старіння та висока теплостійкість забезпечуються пропонуємим кількісним співвідношенням компонентів порошкового дроту.

Як зменшення, так і збільшення вмісту нікелевого порошку, Марганця металевого, феротитану, молібденового порошку, кремнія кристалічного, алюмінієвого порошку нижче чи понад оптимального не дозволяє одержати потрібних властивостей наплавленого металу - одночасно високу теплостійкість (не нижче 570°C), порівняно низьку твердість після напавлення (до HRC 35) та високу твердість після старіння (не нижче HRC 45). В одному випадку (наприклад, варіанти 2, 3, 8, 10) теплостійкість наплавленого металу та його твердість після старіння достатньо висока, але твердість безпосередньо після напавлення також висока, що не дозволяє проводити обробку різанням. У другому випадку (варіанти 1, 5, 6) - недостатньо висока теплостійкість та низька твердість після старіння.

Таким чином, оскільки встановлено, що ця пропозиція має властивості, які не співпадають з властивостями відомих технічних рішень та встановлено, що вона містить суттєво відмінні ознаки, котрі не виявлені у відомих технічних рішеннях, то можливо зробити висновок, що дана пропозиція має суттєві відзнаки.

Пропонований порошковий дріт пройшов лабораторні та промислові іспити, йому надано індекс ПП-Ан-204. На дріт оформлено технічні умови ТУУ 28.7-05416923-073.

Вплив складу порошкового дроту на властивості наплавленого металу

№	Склад порошкового дроту, %									Твердість	
	Нікелевий порошок	Марганець металевий	Феротитан	Молібденовий порошок	Кремній кристалічний:	Алюмінієвий порошок	Шлако- і газотв. компоненти	Залізний порошок	Сталева оболонка	вихідна	після старіння
1	7,5	5,2	4,0	0,3	1,4	0,5	6,0	8,5	67	29	37
2	9,7	4,5	2,6	1,2	2,5	1,2	5,0	6,3	“-	37	41
3	6,8	6,9	7,1	2,0	0,7	2,5	5,0	2,0	“-	41	30
4	7,0	5,0	3,0	0,5	1,0	1,0	5,5	10,	“-	30	38
5	5,8	8,0	4,4	2,2	1,5	0,7	5,0	5,4	“-	38	29
6	9,2	5,1	2,5	0,4	0,5	2,3	5,0	8,0	“-	29	