



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 75682

(13) C2

(51) МПК (2006)
B23K 35/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СКЛАД СТАЛІ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ

1

2

(21) 2004020978

(22) 11.02.2004

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.

(72) Рябцев Ігор Ігоревич, Кусков Юрій Михайло-
вич, Рябцев Ігор Олександрович(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ.
Є.О.ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ

(56) SU 1763508 A1, 23.09.1992

EP 0870573 A1, 14.10. 1998

US 5707586 A, 13.01.1998

RU 2167037 C1, 20.05.2001

Марковский Е.А., Качко Н.А., Машинецкий Н.Я.
Формирование поверхностной структуры сплавов
системы Fe-Cu, легированной серой и фосфором
// Процессы литья. - 1993. - № 4. С.15-18.Марковский Е.А., Ильченко В.Д., Бутенко Л.И., Ка-
чко Н.А. Влияние состава и структуры антифрик-ционного сплава железа на его износостойкость
// Процессы литья. - 1999. - № 2. - С. 60-64.Дріт сталевий наплавний. Технічні умови. ДСТУ
3671-97 (ГОСТ 10543-98). - Київ: Держстандарт
України. С. 5-11.(57) Склад сталі для наплавлення, що містить вуг-
лець, кремній, марганець, хром, залізо, який **відрі-**
зняється тим, що він містить фосфор та молібден
при наступному співвідношенні компонентів (мас.
частка, %):

вуглець	0,15-0,30
кремній	0,6-1,0
марганець	0,7-1,5
хром	0,5-2,0
молібден	0,2-1,0
фосфор	0,5-1,2
залізо	решта.

Винахід відноситься до зварювання, а саме до розробки матеріалів для наплавлення, можуть використовуватись для багаточислового наплавлення робочих поверхонь деталей, що працюють в умовах тертя металу по металу без мастила, наприклад кранових колес, роликів рольгангів, різних осей, валів і т.п.

В теперішній час для наплавлення таких деталей використовують суцільні або порошкові дроти, що забезпечують отримання низьколегованого або легованого наплавленого металу.

Аналогом запропонованого складу наплавленого металу є метал типу 30X10Г10, що забезпечується суцільним дротом для наплавлення ПП-Нп-30X10Г10Т, який містить (мас. частка, %):

Вуглець	0,25...0,35
Марганець	10,0...12,0
Кремній	≤ 0,35
Хром	10,0...12,0
Титан	≤ 0,4
Залізо	решта.

Метал, отриманий при наплавленні цим дротом, має аустенітну структуру и низьку твердість - HB 220. Але він наклепується під навантаженням і

в результаті його твердість та зносостійкість підвищуються. Недоліками цього дроту є висока вартість та погана оброблюваність наплавленого металу різанням.

Відомий також аналог сплаву [див. наприклад Марковский Е.А., Качко Н.А., Машинецкий Н.Я. Формирование поверхностной структуры сплавов системы Fe-Cu, легированной серой и фосфором// Процессы литья. - 1993. - № 4. - С. 15-18; а також Марковский Е.А., Ильченко В.Д., Бутенко Л.И., Качко Н.А. Влияние состава и структуры антифрикционного сплава железа на его износостойкость// Процессы литья. -1999. - №2. - С. 60-64], в якому легування фосфором збільшує зносостійкість сплавів системи залізо-мідь. Сплав містить (мас. доля, %):

Вуглець	0,19...1,03
Мідь	7,76...8,0
Фосфор	0,34...0,6
Сірка	≤ 0,4
Залізо	решта.

Однак, як вказує досвід, такі сплави можуть застосовуватись тільки в ливарному виробництві

(13) C2

(11) 75682

(19) UA

та не використовуються для наплавлення через високу схильність до утворення тріщин.

Відомий склад наплавленого металу типу сталі 30ХГСА, який обрано за прототип, що отримується при напавленні холоднотягнутим наплавочним дротом марки Нп-30ХГСА за ГОСТ 10543-75. Дріт Нп-30ХГСА найбільш часто застосовують для багат шарового наплавлення робочих поверхонь деталей, що працюють в умовах тертя металу по металу без мастила.

Він містить, (мас. частка, %):

Вуглець	0,27-0,35
Кремній	0,90-1,20
Марганець	0,80-1,10
Хром	0,80-1,10
Залізо	решта.

Такий метал забезпечує деталі, що напавлені, зносостійкість та витривалість не вище за ту, що має не напавлена деталь зі сталі типу 55 або 65 і т.п. Крім того, при роботі в умовах сухого тертя металу по металу у наплавленого металу такого типу великі втрати на тертя.

Завданням цього винаходу є підвищення зносостійкості, зниження коефіцієнту тертя та, відповідно, втрат на тертя наплавленого металу, призначеного для наплавлення деталей, що працюють в умовах тертя металу по металу без мастила. Для подібнення зерна та підвищення тріщино-стійкості в напавлений метал вводили молібден.

Для досягнення вказаного завдання запропоновано склад сталі для наплавлення, що містить вуглець, кремній, марганець, хром, залізо, що відрізняється тим, що він містить фосфор і молібден при наступному співвідношенні компонентів (мас. доля, %):

Вуглець	0,15-0,30
Кремній	0,6-1,0
Марганець	0,7-1,5
Хром	0,5-2,0
Молібден	0,2-1,0

Фосфор

Залізо

0,5-1,2

решта.

Було виготовлено 20 варіантів порошкових дротів, що забезпечували отримання вісімнадцяти складів запропонованого (№№ 1-18, таблиця) та двох відомих складів наплавленого металу (№№ 19, 20, таблиця). Напавлення цими дротами вели в п'ять-шість шарів під флюсом АН-26 на холодний основний метал сталь Ст3 без попереднього та супутнього підігрівів з охолодженням на повітрі. Режим напавлення: $I_{\text{нап}} = 360 \text{ А}$, $U_d = 30 \text{ В}$; $V_n = 25,0 \text{ м/х}$. Струм постійний, полярність зворотна.

Встановлено, що процес напавлення протікає стабільно, дуга горить рівномірно, формування наплавленого металу гарне, валики покриті кіркою шлаку, яка легко видаляється. Попередньо зовнішнім оглядом оцінювали тріщино-стійкість наплавленого металу по кількості тріщин на одиницю довжини шва (таблиця).

З верхнього шару наплавленого металу виготовили зразки для визначення коефіцієнтів тертя та зносостійкості. Оцінку зносостійкості та коефіцієнту тертя наплавленого металу проводили на стандартній машині тертя. Випробування проводили методом витирання лунок за схемою «вал-площина» без додаткової подачі мастила в зону тертя. Зразки для тріботехнічних випробувань мали в плані розміри 3х20 мм. Вал-контртіло діаметром 40 мм та висотою 12 мм був виготовлений із загартованої сталі 45 і мав твердість HRC 42.

При випробуваннях наплавленого зразка визначали силу тертя та знос наплавленого металу за об'ємом витертої лунки. Коефіцієнт тертя розраховували як частку від ділення значення сили тертя на навантаження. Похибка визначення зносу та коефіцієнта тертя не перевищувала 5 %. В таблиці наведені дані зносу та коефіцієнта тертя наплавленого металу різних складів середні за 3 випробуваннями.

Таблиця

Хімічний склад та властивості наплавленого металу

№ п/п	Хімічний склад наплавленого металу, %						Властивості наплавленого металу			
	С	Si	Mn	Cr	Mo	P	Твердість, НВ	Коефіцієнт тертя	Знос, мм ³ /км	Наявність тріщин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,20	0,80	0,65	1,20	0,70	0,50	230	0,58	0,60	Нема
2	0,23	1,05	0,92	0,93	0,57	0,90	300	0,42	0,50	Нема
3	0,19	0,98	0,97	1,18	0,63	1,20	300	0,46	0,25	нема
4	0,15	0,72	0,71	1,54	0,38	0,90	280	0,39	0,54	Нема
5	0,22	0,95	0,80	1,32	0,45	0,82	295	0,42	0,51	Нема
6	0,30	1,16	0,69	1,58	0,42	1,25	320	0,40	0,30	Одиничні тріщини у кратері шву
7	0,25	0,70	0,70	0,82	0,68	0,79	275	0,45	0,49	Нема
8	0,18	1,10	0,67	0,78	0,56	0,76	260	0,46	0,50	Нема
9	0,21	1,50	0,64	1,09	0,85	1,29	310	0,39	0,45	Одна тріщина на 3см довжини шву

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	0,17	0,86	0,60	0,96	0,74	0,80	280	0,40	0,40	Нема
11	0,22	0,94	0,80	0,89	0,67	0,92	300	0,39	0,39	Нема
12	0,19	0,79	1,00	1,13	0,71	0,84	295	0,42	0,39	Нема
13	0,20	0,73	0,81	0,50	0,45	1,00	290	0,39	0,45	Нема
14	0,23	0,88	0,70	1,30	0,62	0,93	300	0,41	0,43	Нема
15	0,25	0,87	0,78	2,00	0,58	1,31	320	0,41	0,40	Одиничні тріщини кратері шву
16	0,24	0,91	0,68	0,91	0,10	0,91	290	0,40	0,38	Нема
17	0,20	0,87	0,63	0,89	0,60	0,83	280	0,40	0,38	Нема
18	0,27	0,89	0,73	0,95	1,00	0,89	300	0,39	0,39	Нема
19	0,30	1,09	0,83	0,97	-	-	260	0,67	1,00	Нема
20	0,30	0,65	11,8	10,9	-	-	220	0,50	0,48	Нер

Як видно з таблиці, введення фосфору в склад низьколегованого наплавленого металу різко збільшує зносостійкість та знижує коефіцієнт тертя запропонованого металу. Хром, марганець та молибден, що містяться в запропонованому наплавленому металі, утворюють більш тверді та більш тугоплавкі фосфіди, ніж фосфід заліза. Крім того, хром та марганець легують матрицю, а молибден сприяє формуванню фосфідів компактної форми. При контактному навантаженні при терті металу по металу навантаження розподіляється на твердих включеннях фосфідів, що забезпечують невисокий коефіцієнт тертя та високий опір зносу. Відносно пластична основа дозволяє системі в найкоротший період прийняти оптимальну геометрію контакту, що зменшує можливість виникнення місцевих очагів високого тиску, що призводять до виникнення сколу або схоплювання та забезпечують запропонованому складу наплавленого металу високі експлуатаційні показники.

Марганець та кремній вводять в склад наплавленого металу для розкислення зварювальної ванни та попередження утворення пор в наплавленому металі.

Крім підвищення триботехнічних характеристик наплавленого металу, молибден, хром та марганець сприяють утворенню тугоплавких фосфідів компактної форми і, тим самим, підвищують тріщиностійкість наплавленого металу. Одиничні тріщини утворюються при вмісті фосфору більше 1,2 % та підвищеній твердості наплавленого металу і для їх попередження необхідно застосовувати попередній підігрів деталі до наплавлення та її уповільнене охолодження після наплавлення - засоби, що є звичайно рекомендованими в цих випадках (див. наприклад: Фрумин И.И. Автоматическая электродуговая наплавка. - Харьков: Металлургиздат, 1961. -422 с.).

Таким чином, як видно з таблиці, оптимальний вміст фосфору в наплавленому металі складає 0,5-1,2 %. При меншому вмісті фосфору знижується зносостійкість та збільшується коефіцієнт тертя наплавленого металу. При більшому вмісті фосфору можливе утворення тріщин в наплавленому металі і для їх попередження необхідний попередній підігрів та уповільнене охолодження наплавленої деталі.