



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **108469**

(13) **U**

(51) МПК

**C22C 38/38** (2006.01)

**C22C 38/50** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2015 09602</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Петренко Андрій Миколайович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>05.10.2015</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ,</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.07.2016</b>	вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003 (UA)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.07.2016, Бюл.№ 14</b>	

**(54) СКЛАД НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ**

**(57) Реферат:**

Склад наплавленого металу містить вуглець, хром, марганець, залізо, а також титан та алюміній.

**UA 108469 U**



Корисна модель належить до зварювання, зокрема до складів наплавленого металу, що застосовуються для наплавлення деталей, що працюють в умовах абразивного чи гідроабразивного зносу з ударним навантаженням.

Найбільш перспективним матеріалом з високою стійкістю при контактному динамічному навантаженні [1, 2] є мартенситно-аустенітні високомарганцеві сталі, системи Fe-C-Mn і Fe-C-Cr-Mn, здатні до інтенсивного зміцнення в процесі робочого навантаження за рахунок розвитку деформаційного мартенситного перетворення за схемою  $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha$ .

На цей час у зварювальному виробництві для підвищення абразивної, гідроабразивної чи ударно-абразивної зносостійкості застосовують ряд складів наплавленого металу.

Стосовно деталей, що зазнали кавітаційного руйнування, авторами [2] була розроблена сталь 30 × 10Г10 і наплавний дріт, застосовувані у подальшому більш широко - для відновлення кранових коліс, плунжерів гідропресів, роликів вагонеток, деталей, що працюють в умовах гідроабразивного, абразивного, ударно-абразивного зношування та ін.

Відомі ряд сталей, що можуть бути використані для зносостійкого наплавлення деталей, що працюють в умовах абразивного, гідроабразивного та ударно-абразивного зношування, таких як: 130Г6Ф2, 150Г8Ф2[4], 30 × 13Г8Ф1[5], 30 × 13Г8Д2[6]. Для перших трьох сталей відносна зносостійкість підвищується із зростанням вмісту карбідоутворювача ванадію. Відносна зносостійкість сталей 130Г6Ф2, 130Г8Ф2 становить 1,9, а 150Г6Ф3-2,1. Еталоном для визначення зносостійкості була широко відома сталь 110Г13, яка взагалі може вважатися найбільш раннім аналогом для будь-якої високомарганцевої зносостійкої сталі. Останні дві (30 × 13Г8Д2, 30 × 13Г8Ф1) за складом ближчі до широковідомої сталі 30 × 10Г10 [3].

Сталь [5] є найближчим аналогом до корисної моделі, що заявляється, і містить, %:

вуглець	0,35
хром	13,3
марганець	8,4
ванадій	1,2.

Недоліком найближчого аналога є те, що він містить ванадій, який є дефіцитним для сировинної бази України і дорогим взагалі. Частка зміцнюючої фази у вигляді дисперсних високотвердих карбідів невелика у порівнянні з іншими матеріалами для абразивного зношування [3]. Переваги - можливість отримання ультрадисперсних виділень карбідів (карбонітридів) ванадію і, можливо, більш високий рівень стійкості до ударних навантажень.

В основу корисної моделі поставлена задача створення економно-легованого складу наплавленого металу на сировинній базі України, який призначений для деталей, що працюють в умовах абразивного зносу з помірним ударним навантаженням з поліпшеними показниками технологічної міцності. Останнє дозволяє виключати з технології наплавлення операції попереднього та супутнього підігріву.

Поставлена задача вирішується тим, що склад наплавленого металу, що містить вуглець, хром, марганець, залізо, який, згідно з корисною моделлю, додатково містить титан та алюміній, при наступному співвідношенні легуючих елементів, мас. % (таблиця 1).

Запропоновано наплавлений метал наступного складу:

вуглець	0,4-0,7
марганець	8,0-9,5
хром	10,0-11,5
титан	2,0-2,7
алюміній	0,2-0,4
залізо	решта.

Таблиця 1

Склад наплавленого металу

Елементи	Вміст компонентів, мас. % (по варіантах складу)					
	Найближчий аналог	1	2	3	4	5
Вуглець	0,35	0,25	0,40	0,65	0,70	0,85
Хром	13,3	8,5	10,0	11	11,5	12,3
Марганець	8,4	7,30	8,0	8,75	9,5	10,2
Титан	-	1,5	2,0	2,3	2,7	3,1
Ванадій	1,2	-	-	-	-	-
Алюміній	-	0,4	0,4	0,3	0,2	-

Фазовий склад сталі: матриця - метастабільний схильний до наклепу та деформаційного перетворення аустеніт, зміцнююча фаза - карбід титану та деяка частина хромистої карбідної евтектики.

Метастабільний аустеніт під впливом навантаження зазнає мартенситних перетворень (у ряді випадків не тільки прямих, але й зворотних). Одночасно може відбуватися динамічне старіння, обумовлене виділенням під впливом деформації карбідів, карбонітрідів, інтерметалідів, а також структурні зміни: здрібнювання зерна, збільшення щільності дислокацій та ін. При цьому реалізуються не тільки різні механізми зміцнення, але й механізми підвищення опору руйнуванню. Під впливом структурних і фазових перетворень може мати місце релаксація мікронапружень, зростає енергоємність матеріалу.

При цьому інтенсивність зростання тріщин в аустенітній матриці під впливом інтенсивних контактних навантажень збільшується в послідовності: "метастабільний аустеніт - стабільний аустеніт - мартенсит". У стабільному аустеніті енергія деформації йде на його наклеп. Відбувається підвищення щільності дефектів кристалічної решітки, що викликає появу мікротріщин, і неминуче веде до передчасного руйнування робочої поверхні. Наявність же метастабільного аустеніту і його розпад у процесі мікропластичної деформації сприяє підвищенню міцності.

Роль хрому:

Полягає, з одного боку, у тому, що він знижує мартенситну точку й виключає утворення мартенситу охолодженням, що робить сталь крихкою, а з іншого боку - активізує розвиток мартенситного перетворення при навантаженні. Додатково також утворення карбідів хрому.

Роль титану:

У першу чергу, це утворення високотвердої зміцнюючої фази у вигляді карбіду титану. По друге, це зниження концентрації вуглецю в аустенітній матриці. При цьому особливістю використання як карбідоутворюючого компонента є те, що значна частка карбіду утворюється при температурі вище, ніж температура солідусу сплаву. Останнє дозволяє вже під час кристалізації отримати маловуглецеву матрицю, що значно підвищує стійкість наплавленого металу до утворення гарячих та холодних тріщин, запобігає розвитку ліквації і підвищує однорідність структури і механічних властивостей за перерізом наплавленого металу. Важливо зазначити, що титан є найбільш доступним елементом для сировинної бази України у порівнянні з іншими активними карбідоутворювачами (молібден, ванадій, ніобій, вольфрам).

Роль алюмінію:

Додавання алюмінію сприяє підвищенню коефіцієнта засвоєння хрому та титану в процесі наплавлення. Особливо важливим є підвищення засвоєння більш дорогого елемента - титану. Ще більш важливим є позитивна роль алюмінію як елемента, що знижує схильність до утворення тріщин у наплавленому металі. Додавання алюмінію у зазначених межах цілком усуває ці дефекти при наплавленні (таблиця 2).

Ефект підвищення зносостійкості забезпечується за рахунок створення аустенітної матриці сплаву, легованої переважно хромом та марганцем (8-9,5 % Mn; 10-11,5 % Cr), з високою здатністю до наклепу і деформаційного перетворення, та дисперсною (2-6 мкм) зміцнюючою фазою - карбіду титану. Характерною особливістю заявленої сталі є те, що карбідоутворюючі компоненти (титан і вуглець) введені у сталь у співвідношенні 4/1. Збільшення цього співвідношення призводить до зростання концентрації титану у матриці сплаву, зниженню здатності до деформаційного перетворення та появи феритної фази. Зменшення - до зростання концентрації вуглецю у матриці сплаву, зниженню стійкості до гарячих тріщин, розвитку ліквації навіть за присутності алюмінію. Невелика кількість карбідів хрому, які містяться по границях аустенітного зерна у складі евтектики, також сприяють підвищенню абразивної стійкості. Із підвищенням частки хромистої карбідної евтектики здатність сталі витримувати ударні навантаження зменшується.

Склад наплавленого металу є економно-легованим, тобто містить елементи з невисокою собівартістю, широкодоступні в сировинній базі України. При наплавленні забезпечує високу зносостійкість (таблиця 2). Не схильний до утворення холодних чи гарячих тріщин при наплавленні, що дозволяє уникнути енергоємних операцій попереднього та супутнього підігріву. Останнє є важливим для економії енергетичних ресурсів, значно спрощує і здешевлює технологію наплавлення.

Таблиця 2

## Результати випробувань наплавленого металу

Варіант електрода	Відносна зносостійкість (еталон 110Г13)	Твердість наплавленого металу, HRC	Кількість тріщин на 100 мм шва, шт.
Найближчий аналог	1,3	36-38	немає
1	1,15	42-46	немає
2	1,7	39-43	немає
3	2,04	42-45	немає
4	2,12	44-49	1-2
5	2,31	45-48	5-16

Джерела інформації:

1. Малинов Л.С., Малинов В.Л. Ресурсосберегающие экономнолегированные сплавы. //Монография. - Мариуполь: Рената, 2009. - 568 с.
2. Богачев И.Н. Кавитационное разрушение и кавитационностойкие сплавы. - М.: Металлургия, 1972. - 192 с.
3. Наплавочные материалы стран-членов СЭВ. Каталог / под ред. И.И. Фрумина. - Киев-Москва: Международный центр научной и технической информации, 1979. - 620 с.
4. Авторское свидетельство СССР № 108736 М кл. С 22 С 38/38, 1983 г.
5. Авторское свидетельство СССР № 924154 М кл. С 22 С 33/38, 1982 г.
6. Авторское свидетельство СССР № 969778 М кл. С 22 С 38/38, 1982 г.

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15

Склад наплавленого металу, що містить вуглець, хром, марганець, залізо, який **відрізняється** тим, що він додатково містить титан та алюміній, при наступному співвідношенні легуючих елементів, мас. %:

вуглець	0,4-0,7
хром	10,0-11,5
марганець	8-9,5
титан	2,0-2,7
алюміній	0,2-0,4
залізо	решта.

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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