



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27849 (13) U
(51) МПК (2006)
C22C 38/54

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЗНОСОСТІЙКИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

1

2

(21) u200709513

(22) 21.08.2007

(24) 12.11.2007

(72) ПАНАРІН ВАЛЕНТИН ЄВГЕНОВИЧ, UA,
КІНДРАЧУК МИРОСЛАВ ВАСИЛЬОВИЧ, UA,
МАНСУР ДЖАМАЛЬ ІБРАГІМ, UA, ФЕДОРЧУК
СВІТЛАНА ВОЛОДИМИРІВНА, UA, ПОГОРЕЛАЯ
ВАЛЕНТИНА ВІКТОРІВНА, UA

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA, ІНСТИТУТ МЕТАЛОФІЗИКИ
ІМ. Г.В. КУРДЮМОВА НАН УКРАЇНИ, UA

(56)

(57) Зносостійкий сплав на основі заліза, що
містить бор, титан, нікель, хром і залізо, який
відрізняється тим, що співвідношення
компонентів складає, мас. %:

бор	6,1-8,2
хром	20,4-27,1
нікель	10,1-20,2
титан	12,7-16,4
залізо	решта.

Корисна модель, що пропонується,
відноситься до галузі чорної металургії, зокрема
до сплавів на основі заліза, що використовуються
для виготовлення зносостійких деталей, які
працюють при підвищених температурах на
повітрі, наприклад (запірні арматури термічних
печей, рольганги і т. ін.).

Широко відомі в металургії сталі з високим
вмістом хрому (Cr), наприклад 2X13 (0,2%С;
Cr13%), 4X13(0,4%С; Cr13%), що мають високу
корозійну стійкість, але низьку зносостійкість при
підвищених температурах та низьку жаростійкість,
внаслідок наявності твердого розчину на основі
низькотемпературної модифікації α -Fe.

Відомий "Сплав на основі заліза" [Авторське
свідоцтво СРСР №412289 опубліковано у
Бюлетені "Відкриття, винаходи, промислові зразки,
товарні знаки", №3, 1974р.], який містить в мас. %:

Бор	0,5-6,0
Титан	1,2-1,5
Залізо	решта.

Недоліком зазначеного сплаву є низька
зносостійкість при високих температурах на повітрі
та жаростійкість, що визначає короткий термін
служби деталей, які труться.

Найбільш близькою за суттю до патентованого
є "Сплав на основі заліза" [Авторське посвідчення
СРСР №412290, опубліковано у Бюлетені
"Відкриття, винаходи, промислові зразки, товарні
знаки" №3, 1974р.], який містить в масових
частках, %:

Бор	0,5-6,0
Хром	16-19

Нікель	8,0-10,0
Титан	1,5-12,0
Залізо	решта.

Недоліком зазначеного сплаву є низька
зносостійкість при підвищених температурах на
повітрі (див. Таблицю 2, сплав №1).

В основу корисної моделі покладено
вирішення задачі підвищення зносостійкості
сплаву при підвищених температурах на повітрі.

Поставлена задача досягається тим, що
зносостійкий сплав на основі заліза, який містить:
залізо, хром, нікель, титан і бор, взятий у новому
співвідношенні компонентів, в мас. %:

Бор	6,1-8,2
Хром	20,4-27,1
Нікель	10,1-20,2
Титан	12,7-16,4
Залізо	решта.

Склад сплаву обраний таким чином, що нікель
і частково хром розчиняються в залізі в межах
твердого розчину. При цьому утворюється твердий
розчин на основі γ -Fe, легований хромом та
нікелем у концентраціях, які надають йому
максимальної жаростійкості при
високотемпературному окисленні на повітрі. Крім
того титан та частка хрому утворюють бориди
хрому та титану, що визначає високу
зносостійкість сплаву при підвищених
температурах на повітрі.

Співвідношення між твердим розчином на
основі γ -заліза, боридами хрому та титану,
підібрано таким чином, аби утворилася при
кристалізації квазіпотрійна евтектика з

(13) U
(11) 27849
(19) UA

дисперсною структурою. Завдяки утворенню такої евтектики у патентованому складі сплаву, він набуває одночасно високої зносостійкості при підвищених температурах на повітрі та жаростійкості.

Для одержання сплаву було виготовлено сім сумішей компонентів, складу яких наведено у таблицях 1 і 2. З цих сумішей було виготовлено сплави методом дугової плавки в лабораторній електродуговій печі, на мідному водоохолоджуваному поді в атмосфері захисного газу (Ar) вольфрамовим невитрачальним електродом. Наприклад, сплав №4 виготовлявся введенням бору у вигляді лігатури складу FeB, а інші компоненти вводилися в сплав у чистому вигляді, в кількості, яка вказана в таблицях 1, 2. Так само виготовлялися і інші сплави, складу яких наведено в таблицях 1, 2. Патентований сплав може бути виготовлений як в лабораторних так і в промислових умовах.

Високотемпературне окислювання сплавів досліджувалося на термостатичній установці ТМ-50 у повітряному середовищі при температурі 600°C з витримкою зразків протягом 6 годин.

Випробування на тертя та знос за схемою сухого односпрямованого тертя ковзання проводилося на установці М-22М в наступних умовах: температура - 600°C, навантаження 3МПа, швидкість ковзання - 0,1м/с, контр-тіло загартована сталь 45HRC 43...48.

Всі сплави мали наступні характеристики жаростійкості та високотемпературної зносостійкості, які наведено в таблицях 1 і 2.

залісної матриці. Збільшення в ній вмісту нікелю призводить до стабілізації γ -Fe, яке, як відомо, має більш високу жаростійкість, ніж α -Fe, що складає основу залісної матриці прототипу (сплав №1, таблиці 1, 2). Як наслідок в патентованих сплавах зменшується швидкість окислювання у порівнянні з прототипом та утворюються оптимальні окисні плівки.

З даних таблиці 1 видно, що максимальну жаростійкість мають сплави, в яких співвідношення компонентів таке як у патентованій області. Зменшення вмісту компонентів призводить до зниження жаростійкості сплавів за рахунок появи твердого розчину на основі α -Fe з низькою жаростійкістю. Їх перевищення також зменшує жаростійкість, але вже внаслідок утворення інтерметалідів. Така поведінка сплавів при високих температурах на повітрі суттєво впливає на їх триботехнічні характеристики, зокрема зносостійкість.

За високої температури (600°C) знос сплавів на повітрі відбувається переважно за рахунок видалення виникаючих окисних плівок. Окисна плівка, що утворюється, повинна бути оптимальної товщини, складу, щільності, адгезії. Склад сплаву, що патентується, має підвищену жаростійкість у порівнянні із прототипом, і, як наслідок, утворюються оптимальні окисні плівки меншої товщини, що позитивно впливає на знос. З таблиці 2 видно, що високотемпературний знос патентованих сплавів на повітрі (сплави 2-6) суттєво нижче, ніж у прототипу.

При зменшенні концентрацій компонентів сплаву нижче зазначених в формулі корисної моделі та наведених у таблиці 2 (сплави 1, 7) жаростійкість та високотемпературна зносостійкість зменшуються. У сплаві №1 (прототипі) утворюються товсті, пухкі окисні плівки, які інтенсивно видаляються із

№ сплаву	Хімічний склад		сплаву в масових частках, %		Зміна ваги, Δm , мг/см ²
	Fe	Ni	Ti	Cr	
1	решта	9,4	12,0	19,8	19,8
2	решта	10,1	12,7	20,4	16,1
3	решта	14,2	13,1	22,4	6,7
4	решта	17,9	15,0	21,5	7,9
5	решта	19,1	16,1	25,4	7,2
6	решта	20,2	16,4	27,1	8,2
7	решта	21,1	17,1	28,1	9,0

Окислювання сплавів

Знос сплавів

№ п/п сплаву	Хімічний склад сплаву в масових частках, %				Знос, Δm , мг/см ²
	Fe	Ni	Ti	Cr	
1	решта	9,4	12,1	19,8	19,8
2	решта	10,1	12,7	20,4	16,1
3	решта	14,2	13,1	22,4	6,7
4	решта	17,9	15,0	21,5	7,9
5	решта	19,1	16,1	25,4	7,2
6	решта	20,2	16,4	27,1	8,2
7	решта	21,1	17,1	28,1	9,0

Високотемпературне окислювання на повітрі патентованого квазіпотрійного евтектичного сплаву, в основному, визначається жаростійкістю