



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35319 (13) U
(51) МПК (2006)
C22C 38/34
C22C 37/06 (2008.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПЛАВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

1

2

(21) u200805018

(22) 18.04.2008

(24) 10.09.2008

(46) 10.09.2008, Бюл.№ 17, 2008 р.

(72) ВАСИЛЮК ПЕТРО МИХАЙЛОВИЧ, UA, ГАВ-
РИЛЮК ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ, UA(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧ-
НИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, UA(57) Сплав на основі заліза, що містить хром, во-
льфрам, титан, кремній, алюміній, магній, кальцій і
залізо, який **відрізняється** тим, що з метою під-

вищення жаростійкості, корозійної стійкості за те-
мператур до 1350°C додатково містить берилій
наступного співвідношення компонентів, мас. %:

хром	26-39,5
вольфрам	1,2-4,5
алюміній	0,3-5
титан	0,34-1,48
кремній	0,3-1,7
кальцій	0,04-0,1
берилій	0,08-1,0
залізо	решта.

Корисна модель відноситься до області лива-
рного виробництва, зокрема, - пошук нових мета-
левих матеріалів, стійких за високих температур
на повітрі та в силікатних розплавах.

Відомі жаро-, корозійностійкі сплави, зокрема
сплав [а.с. СССР №268661, 1987, ДСП] що містить
хром, молібден, титан, кремній, РЗМ, бор, залізо-
решта. Недоліком такого сплаву є низький рівень
жаростійкості (ЖС) за температур до 1300°C із-за
утворення на поверхні пористих оксидів хрому.

За технічною суттю найближчим є сплав [а.с.
СССР №498351, 1987, ДСП], що містить хром,
вольфрам, титан, кремній, алюміній, магній, каль-
цій, залізо-решта і працює за температур до
1260°C.

Недоліком такого сплаву є низький рівень жа-
ро-, корозійної стійкості за температур до 1350°C
та терміну його експлуатації, що є необхідним при
виробництві супертонких волокон.

Для забезпечення вказаних характеристик пе-
рспективним є сплав на основі заліза з додатковим
вмістом берилію.

В основу корисної моделі поставлена задача
підвищення жаро-, корозійної стійкості за темпе-
ратур до 1350°C сплаву на основі заліза, що містить
хром, вольфрам, титан, кремній, алюміній, магній,
кальцій з додатковим вмістом берилію наступним
співвідношенням компонентів, мас. %:

хром	26-39,5
вольфрам	1,2-4,5
алюміній	0,3-5
титан	0,34-1,48
кремній	0,3-1,7

кальцій	0,001-0,1
берилій	0,08-1,0
залізо	решта.

Підвищення жаро-, корозійної стійкості сплаву
відбувається за рахунок формування на поверхні
сплаву одночасно оксидів алюмінію, і оксидів бе-
рилію.

Граничні значення компонентів пояснюються
наступним: за вмісту хрому менше 26% знижуєть-
ся жаростійкість сплаву, а за вмісту понад 40%
формується двохфазна структура, що знижує жа-
ростійкість та механічні властивості. За вмісту во-
льфраму менше 1,2% зниження жаростійкості по-
яснюється підвищенням вмістом алюмінію та
кремнію по межах зерен, а за вмісту вольфраму
понад 4,5% зниження жаростійкості пояснюється
утворення на поверхні пористих оксидів хрому.
Зниження жаростійкості сплаву за вмісту алюмінію
менше 0,3% пояснюється утворенням на поверхні
не оксидів алюмінію, а хрому, а за вмісту алюмінію
понад 5% суттєвого підвищення жаростійкості не
спостерігається, а спостерігається підвищення
вмісту неметалевих включень, що різко знижує
рівень механічних властивостей. За вмісту титану
менше 0,34% зниження жаростійкості пояснюється
формуванням грубозернистої структури, а за вмі-
сту титану понад 1,48%- підвищенням рівня оксидів
титану по межах зерен. За вмісту кремнію менше
0,3% на поверхні сплаву не утворюються захисні
оксиди-алюмосилікатів, що знижує рівень корозій-
ної стійкості, а за вмісту кремнію понад 1,7%- зни-
ження корозійної стійкості сплаву пояснюється
нестехіометричним співвідношенням оксидів алю-

(13) U
(11) 35319
(19) UA

мінію і кремнію на поверхні. Крім того встановлено, що захисна дія оксидів має місце при окисненні за параболічним законом, що в свою чергу відповідає наступній умові: $Al+Si > 0,85\%$. За вмісту кальцію менше 0,04 та понад 0,1% знижується рівень жаростійкості сплаву. За вмісту берилію менше 0,08% його оксидів не виявлено на поверхні сплаву, що знижує його жаростійкість, а за вмісту берилію понад 1% жаростійкість сплаву практично не змінюється.

Збільшення вмісту алюмінію і кремнію у сплаві, у порівнянні із сплавом-прототипом, пояснюється

збільшенням його жаростійкості і корозійності-кх властивостей.

Підвищення жаростійкості і корозійної стійкості запропонованої корисної моделі забезпечується за рахунок утворення на поверхні сплаву щільних оксидів силіманіту $Al_2O_3 \times SiO_2$ і окису BeO. Щільність цих оксидів залишається високою за температури до 1350°C.

Таким чином, порівняно з відомими технічними рішеннями заявлений об'єкт має суттєві відмінності, а отримання позитивного ефекту зумовлено усією сукупністю ознак.

Таблиця 1

Хімічний склад сплавів

№ п/п	Вміст елементів /мас. %/*							Примітка
	Cr	Al	Ti	W	Be	Ca	Si	
1	34,0	3,5	1	4	-	0,008	0,7	Сплав-прототип
2	26	0,3	1,35	1,2	0,08	0,001	0,3	Дослідний №1
3	35,1	3,3	1,34	3	0,45	0,05	1	Дослідний №2
4	37,2	3,5	1,48	3,4	0,6	0,02	0,9	Дослідний №3
5	32,3	4,5	1,26	2,5	0,1	0,025	1,2	Дослідний №4
6	31,8	5	1,4	4	0,8	0,08	1,7	Дослідний №5
7	39,5	1	0,34	2	1,0	0,004	0,7	Дослідний №6
8	33,8	3,8	1	3	0,35	0,003	0,8	Дослідний №7

* - решта-залізо/Fe/.

Жаростійкість сплавів визначали шляхом неперервного зважування зразків за ізотермічної витримки 1300°C, 1350°C.

Запропонована корисна модель пояснюється прикладами випробування 7 складів сплавів. Склад інгредієнтів приведений у таблиці 1.

Приклади конкретного випробування сплавів приведено в таблицях 2, 3. Встановлено, що додаткове легування сплаву берилієм від 0,08 до 1,0% підвищує жаростійкість дослідних сплавів у 2-3,3 рази в порівнянні із сплавом-прототипом.

Жаростійкість по втраті маси при температурі 1300°C впродовж 6^{ти} годин.

Таблиця 2

№ сплавів	Сплав-прототип	1	2	3	4	5	6	7
мг/см ²	1,25	0,6	0,57	0,52	0,38	0,45	0,39	0,48

Випробування на корозійну стійкість литих зразків із запропонованого сплаву проводили за температури 1260°C протягом 5 годин у склі наступного хімічного складу: SiO₂-71,0, Na₂O-16,7,

CaO-7,0, MgO 4,0, R₂O-2,0. Встановлено, що корозійна стійкість підвищується в 5-7 раз порівняно з прототипом і приведена в таблиці 3.

Таблиця 3

Корозійна стійкість по втраті маси при температурі 1260 С впродовж 6^{ти} годин.

№ сплавів	Сплав-прототип	1	2	3	4	5	6	7
мг/см ²	16	3,6	2,8	2,95	2,5	2,7	2,4	3,2

Використання запропонованого сплаву в якості матеріалу для деталей, що використовуються при виготовленні формуючих пристроїв при виробництві мінеральних волокон, забезпечує добру якість волокон, підвищує термін роботи всього агрегату та стійкий режим його роботи.

Сплав запропонованого складу виплавляли у відкритій індукційній печі з основною футеровкою під шаром захисного шлаку, що містить (в % по масі): окись кальцію-60, окись магнію-20, двоокис кремнію-10, та плавиковий шпат-10.

Виплавку сплавів проводили із свіжих шихтових матеріалів. В розплав електротехнічного заліза вводили металевий хром марки Х1 або Х0, ферровольфрам, кремній кристалічний, титанову губку. Алюміній і берилій вводили як алюміній-берилієву лігатуру. На виході метал модифікували комплексним модифікатором, що містить залізо, кремній, алюміній, магній та кальцій.

Орієнтовна економічна ефективність від впровадження виробів виготовлених із запропонованого сплаву, що працюють на установках по виробництву мінеральних волокон, за попередніми розрахунками, складає біля 25тис.грн. в рік за рахунок підвищення терміну експлуатації виробів на 25% і підвищення якості мінеральних волокон.