



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39372 (13) U
(51) МПК (2009)
C22C 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПЛАВ НА ОСНОВІ ТИТАНУ

1

2

(21) u200810986

(22) 08.05.2008

(24) 25.02.2009

(62) u200806015, 08.05.2008

(46) 25.02.2009, Бюл.№ 4, 2009 р.

(72) ГОЛТВЯНИЦЯ СЕРГІЙ КОСТЯНТИНОВИЧ,
UA, ГОЛТВЯНИЦЯ ВОЛОДИМИР СЕРГІЙОВИЧ,
UA(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Сплав на основі титану, що містить алюміній, ніобій, молібден, хром, титан, який **відрізняється** тим, що додатково містить вольфрам та церій у наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

алюміній	29,0-33,0
ніобій	4,0-8,0
молібден	4,0-6,0
хром	1,0-3,0
вольфрам	0,005-0,05
церій	0,005-0,25
титан	решта.

Корисна модель відноситься до кольорової металургії, а саме до розробки сплавів на основі титану, які використовують для виробництва деталей конструкційного призначення з високими жаростійкими та жароміцними властивостями.

Відомий сплав на основі титану [патент 2906654, США, МПК C22F1/18, C22F1/18, Heat treated titanium-aluminum vanadium alloy [електронний ресурс] /Stanley Abkowitz - №US 19540458032 19540923; опубл. 29.09.1959. - 3с], який має наступний хімічний склад, мас. %:

Алюміній	5,0-6,5
Ванадій	3,5-4,5
Титан	решта

Відомий сплав використовується за температур до 400°C та має задовільні жаростійкі та жароміцні властивості, оскільки є ($\alpha + \beta$)-сплавом мартенситного класу з низьким вмістом алюмінію та містить ванадій, що негативно впливає на високотемпературні властивості титанових сплавів.

Найбільш близьким аналогом, взятим за найближчий аналог, є сплав на основі титану [патент 2191841, Российская федерация, МПК7 C22C14/00, Сплав на основе титана и изделие, выполненное из него [електронна адреса] /Е. Н. Каблов, К.К. Ясинский, В.И. Иванов, Г.В. Анташов, Е.Н. Тарасенко - №2000131630; заявл. 19.12.2000; опубл. 27.10.2002. - 4с], який має наступний склад, мас. %:

Алюміній	34-35,5
Хром	1-2

Ніобій	2,5-3,5
Молібден	0,3-1,2
Цирконій	0,5-1,5
Кремній	0,2-0,3
Вуглець	0,08-0,12
Олово	0,05-0,1
Титан	решта

До недоліків відомого рішення треба віднести те, що застосування цього сплаву не забезпечує надійної та довготривалої роботи деталей, що працюють в умовах підвищених температур до 900°C.

У зв'язку з цим підвищення жаростійкості та жароміцності за температур до 900°C є актуальним завданням.

Технічною задачею корисної моделі є розробка сплаву, з якого можна отримати гомогенні вилівки без пористості і усадкових дефектів з підвищеними жаростійкими та жароміцними властивостями за температур застосування до 900°C.

Поставлене завдання вирішується наступним чином. Запропонований титановий сплав, що містить алюміній, ніобій, молібден, хром, вольфрам, церій та титан при наступному співвідношенні компонентів (мас. %)

Алюміній	29,0-33,0
Ніобій	4,0-8,0
Молібден	4,0-6,0
Хром	1,0-3,0
Вольфрам	0,005-0,05
Церій	0,005-0,25

(13) U
(11) 39372
(19) UA

Титан

решта

Саме сукупність цих компонентів та їх співвідношення забезпечують досягнення нового технічного результату - підвищення жаростійкості та жароміцності, окалиностійкості та в цілому довговічності та надійності роботи деталей з цих сплавів.

Зменшення вмісту алюмінію до 29,0-33,0% забезпечує утворення гетерофазної $(\gamma + \alpha_2)$ -TiAl мікроструктури, підвищення граничної робочої температури, зниження термічних напружень, що в цілому сприяє підвищенню довговічності виробів при термоциклічному навантаженні.

Оскільки ніобій ефективно знижує швидкість окислювання під час термодинамічного окислювання за 900°C на повітрі, підвищуючи адгезію оксидного шару на матриці, а також сприяє утворенню поверхневого оксиду алюмінію, який запобігає від подальшого окислювання сплаву, тому його вміст в сплаві збільшено до 4,0-8,0%.

Молибден в кількості 4,0-6,0% підвищує опір окислюванню шляхом формування оксиду алюмінію на поверхні сплаву.

Хром у кількості 1,0-3,0% значно знижує швидкість окислювання за високих температур (до 1000°C), завдяки сприянню утворення цілісної плівки Al_2O_3 на поверхні злитка.

Для ефективного зниження розчинності кисню у TiAl сплавах вміст вольфраму збільшено до 0,005-0,05%, завдяки чому внутрішнє окислювання утримується у сплаві.

Малі добавки церію в кількості 0,005-0,25% є модифікаторами мікроструктури титанових сплавів, випадаючи по межах зерен.

Титанові сплави були отримані методом спла-

влення спресованих шихтових брикетів у лабораторній вакуумно-дугової печі при силі струму близько 2-2,5кА та напрузі 40-50В. Перед початком плавки вакуумуванням у камері печі досягали залишкового тиску 0,12Па, після чого камера заповнювалася аргоном до тиску 50кПа. Виливки масою 200г і розмірами $\varnothing 50 \times 10$ мм одержували в мідному циліндричному водоохолоджуваному кристалізаторі.

Із виливків виготовляли зразки для досліджень структури, механічних властивостей та високотемпературних властивостей.

Для дослідження стійкості сплавів до окислення (жаростійкості) за допомогою метода термогравіметрії знежирені та промиті зразки зважували на аналітичних вагах з наступним розміщенням кожного в окремому попередньо прожареному впродовж 4год за 1200°C корундовому тиглі. Вивчення кінетики окислення здійснювалося на приборі "Derivatograph" з безперервним записом зміни маси впродовж нагрівання та витримки впродовж 6 год. Переривчасте окислювання з вимірюванням зміни маси зразків на аналітичних вагах з точністю до $\pm 0,0001$ г через визначені інтервали часу (1, 2, 5, 10год.) виконано в печі опору зі швидкістю нагрівання до 20°/хв.

Гарячу твердість (жароміцність) визначали методом тривалої твердості з вдавленням сапфірового індентора за температур 500, 700 та 900°C. Перед випробуваннями для зняття термічних напружень литі зразки відпалювались за 900°C впродовж 1год.

Результати порівняльних досліджень сплаву, що відомий та сплаву, що заявляється, наведені в таблиці.

Таблиця

Результати порівняльних досліджень

Сплав	HV 1-3600, МПа за температур, °C			T _{макс} , °C	q(Δ m/S), мг/см ²	
	500	700	900		q ₁ (дер.)	q ₂ (ваги)
Сплав відомий	2850	1330	100	600-700	1,99	2,45
Сплав, що заявляється	2520	1950	850	800-990	0,8	2,05

Результати досліджень вказують, що титановий сплав, склад якого заявляється, забезпечує більш високі показники жаростійкості та жароміцності за високих температур. Це дозволило підви-

щити термін експлуатації деталей, які були з нього виготовлені на 30-40%, а також заощадити при цьому значні фінансові ресурси за рахунок зменшення кількості запасних частин і ремонтів.