



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39282 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C22C 14/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПЛАВ НА ОСНОВІ ТИТАНУ

(21) u200806015

(22) 08.05.2008

(24) 25.02.2009

(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 ітрій у  
наступному співвідношенні компонентів (у 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
ітрій	0,005-0,25
титан	решта.

Корисна модель відноситься до кольорової  
металургії, а саме до розробки сплавів на основі  
титану, які використовують для виробництва де-  
талей 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 (електро-  
нна адреса) /Stanley Abkowitz - №US 19540458032  
19540923; опубл. 29.09.1959. - 3с.], який має на-  
ступний хімічний склад, мас. %:

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

Відомий сплав використовується за темпера-  
тур до 400°C та має задовільні жаростійкі та жа-  
роміцні властивості, оскільки є (α+β)-сплавом мар-  
тенситного класу з низьким вмістом алюмінію та  
містить ванадій, що негативно впливає на високо-  
температурні властивості титанових сплавів.

Найбільш близьким аналогом, взятим за про-  
тотип, 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 актуаль-  
ним завданням.

Технічною задачею корисної моделі є розроб-  
ка сплаву, з якого можна отримати гомогенні вили-  
вки без пористості і усадкових дефектів з підвище-  
ними жаростійкими та жароміцними  
властивостями за температур застосування до  
900°C.

Поставлене завдання вирішується наступним  
чином. Запропонований титановий сплав, що міс-  
тить алюміній, ніобій, молібден, хром, вольфрам,  
ітрій та титан при наступному співвідношенні ко-  
мпонентів (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
Ітрій	0,005-0,25
Титан	Решта

Саме сукупність цих компонентів та їх співвід-  
ношення забезпечують досягнення нового техніч-  
ного результату - підвищення жаростійкості та жа-  
роміцності, окислювостійкості та в цілому  
довговічності та надійності роботи деталей з цих  
сплавів.

(13) U

(11) 39282

(19) UA

Технічне рішення, яке заявляється, містить нові ознаки, тому воно відповідає критерію "новизна".

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 ітрію в кількості 0,005-0,25% є модифікатором мікроструктури титанових сплавів, які утворюють додаткові зародки кристалізації.

Аналоги, що містять ознаки, які відрізняють рішення, що заявляється, від відомого, не виявлені, таким чином рішення відповідає рівню техніки. На підставі цього можна зробити висновок про те, що рішення, яке заявляється, задовольняє критерію "винахідницький рівень".

Титанові сплави були отримані методом сплавлення 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 4 год 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, 10 год.) 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 1 год.

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 <sub>макс.</sub> , °C	q( $\Delta m/S$ ), мг/см <sup>2</sup>	
	500	700	900		q <sub>1</sub> (дер.)	q <sub>2</sub> (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 підвищити 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.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок про те, що технічне рішення, яке заявляється, може бути використане в техніці та задовольняє критерію "промислового застосування".