



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **29456** (13) **U**
(51) МПК (2006)
C22C 14/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПЛАВ НА ОСНОВІ ТИТАНУ**

1

2

(21) u200710974

(22) 04.10.2007

(24) 10.01.2008

(72) МАЗУР ВЛАДИСЛАВ ІУСТИНОВИЧ, UA,
КАПУСТНИКОВА СВІТЛАНА ВАСИЛІВНА, UA,
МАЗУР ОЛЕКСАНДР ВЛАДИСЛАВОВИЧ, UA(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ, UA

(56)

(57) Сплав на основі титану, що містить алюміній,
кремній, цирконій, молибден і хром, який**відрізняється** тим, що додатково містить ванадій і
олово при наступному співвідношенні інгредієнтів,
мас. %:

алюміній	2,7-5,5
кремній	1,5-4,3
цирконій	0,01-6,7
молибден	3,5-5,5
хром	0,01-5,0
ванадій	8,6-12,0
олово	2,9-4,5
титан	решта.

Корисна модель відноситься до області
кожорної металургії, а саме до одержання
конструкційних сплавів на основі титану, які
можуть бути використані в різних галузях
промисловості й особливо перспективні у
двигунобудуванні для виготовлення деталей, що
працюють в умовах підвищених температур і
навантажень.

Відомо, що практична цінність і
перспективність застосування титанових сплавів
визначається відносно високим рівнем таких
фізико-механічних і службових властивостей, як
щільність, міцність, питома міцність,
тріщиностійкість, стійкість до високотемпературної
газової корозії й ін. Одержання таких властивостей
можливо завдяки раціональному легуванню й
вибору належних технологічних параметрів
виробництва. Зміцнення сплавів може бути
досягнуте при одержанні необхідного об'ємного
співвідношення α - і β -фаз шляхом зміни
визначеної кількості α - і β -стабілізаторів, а також
завдяки легуванню зерен α - і β -твердих розчинів
елементами-зміцнювачами. З метою підвищення
міцнісних властивостей при розробці складу
сплавів крім твердорозчинного зміцнення варто
враховувати можливість реалізації евтектичного
механізму зміцнення. Ефективність такого
механізму зміцнення підвищується, якщо в ході
евтектичного перетворення утворюється
високоміцна тугоплавка армуюча фаза, що
особливо важливо для сплавів
високотемпературного застосування.

Відомий α -титановий сплав RMI 5Al-5Sn-2Zr-
2Mo-Si для високотемпературного застосування
[Published by Engineering Alloys Digest, Inc. Post
Office Box 823 Upper Montclair, New Jersey, July
1980], що містить алюміній, олово, цирконій
молибден і кремній при наступному співвідношенні
компонентів, мас. %:

алюміній	4,5-5,5
олово	4,5-5,5
цирконій	1,75-2,25
молибден	1,75-2,25
кремній	0,2-0,3
титан	решта.

Недоліком цього сплаву є порівняно низька
жароміцність (температурна область застосування
425-535°C) через такий вибір легуючого
комплексу, при якому в структурі сплаву відсутні
тугоплавкі армуючі кристали проміжних фаз, що
перешкоджають знеміцненню сплаву з ростом
температури. Концентрація молибдену й цирконію
також є недостатньою для підвищення рівня
жароміцності цього сплаву.

Відомий також високоміцний титановий сплав
TIMETAL 1100 [Published by: Alloy Digest, Inc./ 201-
677-9161 27 Canfield Street,
Orange, NJ. 07050/U.S.A, February 1993], що містить
алюміній, олово, цирконій молибден і кремній при
наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

алюміній	5,5-6,5
олово	2,4-3,0
цирконій	3,5-4,5
молибден	0,35-0,5
кремній	0,35-0,50

(13) **U**
(11) **29456**
(19) **UA**

титан решта.

Цей сплав був розроблений для використання при високих температурах, однак температурна область його застосування виявилась обмеженою температурою 600°C. Такий порівняно низький рівень жароміцності обумовлений тим, що у відомому сплаві при зазначеній концентрації легуючих елементів діє лише один механізм зміцнення - твердорозчинний. Як і в сплаві RMI концентрація кремнію в сплаві TIMETAL є недостатньою для реалізації евтектичного механізму зміцнення.

Найбільш близькою до заявленої корисної моделі складом того ж призначення по сукупності ознак, що взятий за прототип [TITANIUM MATRIX COMPOSITES - Патент США №5,366,570 C22C14/00, 22.11.1994], є склад титаново-матричного композита зі зміцненням титанової матриці керамічною фазою при наступному співвідношенні компонентів мас. %:

кремній	0,01-20,0
алюміній	0,01-13,0
як мінімум три елементи, обраних із групи, що включає цирконій, молібден, хром, вуглець, марганець, залізо й бор	0,01-15,0
титан	решта.

Недоліком даного сплаву є те, що при зазначеній системі легування сплав має недостатньо високу міцність і тріщиностійкість при кімнатній і підвищених температурах. Відомо, що при концентрації алюмінію в титанових сплавах менш ніж 2,7-3,0% утворюється окрихчувальна фаза Ti_3Al , присутність якої приводить до погіршення оброблюваності сплаву. Хром і залізо, утворюють з титаном велику кількість інтерметалідів, що сприяє підвищенню твердості сплаву і також приводе до погіршення оброблюваності сплаву. В наслідок цього доцільним є звуження інтервалу концентрацій вказаних легуючих елементів.

В основу корисної моделі поставлене завдання підвищення міцності (на розтяг та вигин) і тріщиностійкості при кімнатній і підвищених температурах.

Поставлене завдання досягається тим, що сплав на основі титану, що містить алюміній, кремній, цирконій, молібден, хром і відповідно до корисної моделі додатково містить ванадій і олово при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

алюміній	2,7-5,5
кремній	1,5-4,3
цирконій	0,01-6,7
молібден	3,5-5,5
хром	0,01-5,0
ванадій	8,6-12,0
олово	2,9-4,5
титан	решта

У лабораторії інституту в ідентичних умовах був проведений порівняльний аналіз властивостей сплаву, що заявляється, і сплаву - прототипу.

Злитки сплавів масою 5кг одержували методом електроннопроменевої плавки у вакуумі. Дослідні плавки проводили в мідному тиглі, який

охолювався водою і мав такі розміри: діаметр - 110мм, об'єм робочого простору - 3л. Для забезпечення рівномірності сплаву по складу конструкцією тигля передбачена система електромагнітного перемішування розплаву струмами високої частоти. Умови проведення плавки були такими: максимальна потужність електронного променя - 180кВт, витрата води, яка охолоджувала тигель - 90л/хв, робочий тиск у плавильній камері - 0,13Па. Твердіння розплавів проходило в гарнісажі металевого кокілю.

З отриманих виливків були виготовлені зразки для дослідження макро- і мікроструктури, визначення фазового складу, механічних випробувань на розтяг та вигин, і на тріщиностійкість.

Металографічні дослідження проводили на спеціально підготовлених шліфах за допомогою мікроскопа Neophot-30. Для виявлення мікроструктури сплавів використовували універсальний протравлювач титанових сплавів - водяний розчин плавикової й азотної кислот. Уточнення фазового складу проводили методами мікрорентгеноспектрального й рентгеноструктурного аналізу.

Сплав, що заявляється, і сплав-прототип були досліджені таким способом:

- визначена концентрація елементів хімічного складу стандартними методами хімічного аналізу;
- проведені механічні випробування на розтяг (σ_b) на стандартних зразках при нормальній і підвищених (600, 700, 800°C) температурах за ГОСТ 1497-84 і ГОСТ 9651-81 відповідно;

- випробування на статичний вигин ($\sigma_{виг}$) проводили за ГОСТ 14.019-80 в інтервалі температур 20...800°C;

- тріщиностійкість (в'язкість руйнування) K_{Ic} визначали за ГОСТ (Методи механічних випробувань). Визначення характеристик тріщиностійкості (в'язкості руйнування) при статичному навантаженні при температурах 20, 600, 700, 800, 900 °C. Результати випробувань наведено в таблиці.

Результати випробувань механічних властивостей сплаву, який за

№	Хімічний склад сплавів, мас. %								Te
	Al	Si	Zr	Mo	Cr	V	Sn	Ti	
1	3,7	4,0	5,8	5,3	1,9	9,7	3,1	інш.	
	3,7	4,0	5,8	5,3	1,9	9,7	3,1	інш.	
	3,7	4,0	5,8	5,3	1,9	9,7	3,1	інш.	
	3,7	4,0	5,8	5,3	1,9	9,7	3,1	інш.	
	3,7	4,0	5,8	5,3	1,9	9,7	3,1	інш.	
2	6,5	5,9	4,3	3,7	4,5	-	-	інш.	
	6,5	5,9	4,3	3,7	4,5	-	-	інш.	
	6,5	5,9	4,3	3,7	4,5	-	-	інш.	
	6,5	5,9	4,3	3,7	4,5	-	-	інш.	
	6,5	5,9	4,3	3,7	4,5	-	-	інш.	