



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 51032

(13) A

(51) 6 C22C 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ЛИВАРНИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ ТИТАНУ

1

2

(21) 2001128584

(22) 13 12 2001

(24) 15 11 2002

(46) 15 11 2002, Бюл. №11, 2002 р.

(72) Левицький Микола Іванович, Мірошніченко Володимир Іванович, Анкін Юрій Пилипович, Ладохін Сергій Васильович, Лапшук Тамара Володимирівна, Матвієць Євген Олександрович

(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Ливарний сплав на основі титану, що містить 4,5-6,5% алюмінію, який відрізняється тим, що в ньому збільшений вміст молібдену до 1,2-3,8%, цирконію - до 10,2-12,4% і додатково введений ніобій до 3,8-4,3%

Пропонований винахід стосується спеціальної металургії та ливарного виробництва, зокрема, розробки і одержання сплавів на основі титану для використання їх у литому стані.

Для фасонного лиття найширше застосовується сплав ВТ5Л (Ti-5 Al), що обумовлено його високими ливарними властивостями, досить високою пластичністю ( $\delta \geq 6\%$ ) і ударною в'язкістю ( $KCU > 290 \text{ кДж/м}^2$ ). Недоліком його є невисока гарантована міцність ( $\sigma_B = 700 \text{ МПа}$ ) [1]. Більш високий рівень міцності ( $\sigma_B = 932 \text{ МПа}$ ) при збереженні пластичності ( $\delta = 8\%$ ) ударної в'язкості ( $KCU = 245 \text{ кДж/м}^2$ ) та ливарних властивостей спостерігається в сплаві ВТ20Л (5,5-7,5 Al, 0,5-2,0 Mo, 0,8-1,8 V, 1,5-2,5 Zr, Ti - решта) [2].

Найбільш високоміцним ливарним титановим сплавом є сплав ВТ21Л (6,6 Al, 0,35 Cr, 0,7 Mo, 0,35 Fe, 5 Zr) ([1,2] - прототип), у якого гарантовані механічні властивості у литому стані складають  $\sigma_B = 1000 \text{ МПа}$ ,  $\delta = 4\%$ ,  $KCU = 200 \text{ кДж/м}^2$ . Недоліком сплаву є низькі ливарні властивості і пластичні характеристики, що обумовило його застосування в основному для деталей простої конфігурації.

Метою пропонованого винаходу є підвищення ливарних властивостей і комплексу механічних характеристик сплаву у литому стані. Поставлена мета досягається тим, що у ливарному сплаві на основі титану, який містить 4,5-6,5% Al, згідно з винаходом, збільшується вміст Mo до 1,2-3,8%, Zr - до 10,2-12,4% і додатково вводиться Nb до 3,8-4,3%.

Ефект досягається тим, що замість зміцнюючих елементів  $\beta$ -евтектоїдних стабілізаторів - хрому і заліза, які знижують ливарні властивості і характеристики пластичності, збільшується вміст

нейтрального зміцнювача - цирконію,  $\beta$ -ізоморфного стабілізатора - молібдену і додатково вводиться ще один  $\beta$ -ізоморфний стабілізатор - ніобій, таке співвідношення компонентів забезпечує достатньо високий рівень ливарних властивостей, головним показником яких є рідкоплинність, призводить до утворення однорідної двофазної ( $\alpha+\beta$ )-структури з приблизно однаковою кількістю цих фаз, що зумовлює оптимальне поєднання міцнісних і пластичних характеристик сплаву в литому стані.

Введення молібдену у кількості менше 1,2% не забезпечує достатнього зміцнення  $\alpha$ -фази і необхідної кількості  $\beta$ -фази для одержання двофазної структури з оптимальним співвідношенням фаз, а отже, і оптимального поєднання міцнісних і пластичних характеристик. Легування ж сплаву молібденом у кількості понад 3,8%, поряд із збільшенням кількості  $\beta$ -фази, призводить до зменшення параметрів ґратки  $\beta$ -твердого розчину до значень, при яких утворюється крихка  $\omega$ -фаза, що спричиняє різке падіння пластичних характеристик.

Введення цирконію у кількості менше 10,2% не дає необхідного приросту міцності. Збільшення ж його вмісту вище 12,4% супроводжується зниженням пластичності, зокрема, поперечного звуження.

Введення ніобію у кількості менше 3,8% зміщує оптимальне співвідношення  $\alpha$ - і  $\beta$ -фаз в бік збільшення  $\alpha$ -фази, що не дає змоги досягти необхідного рівня міцності. Збільшення ж його вмісту вище 4,3%, поряд із зменшенням характеристик пластичності, знижує рівень рідкоплинності.

Перевірку матеріалу здійснювали у Фізико-технологічному інституті металів та сплавів НАН України. Виплавку дослідних сплавів і сплаву-

(13) A

(11) 51032

(19) UA

прототипу проводили в електронно-променевій ливарній установці. Для забезпечення повторюваності і порівняльності результатів дослідні плавки проводили при однакових режимах, з заливкою ливарної комплексної проби із спіраллю на рідкоплинність. Випробування механічних властивостей зразків, виготовлених із стояка комплексної проби, проводили за стандартними методиками. Хімічний склад сплавів і результати випробувань (середні із трьох зразків) приведеш в таблиці.

Таким чином, одержані результати свідчать, що у порівнянні з прототипом пропонований сплав має кращі ливарні властивості і в 1,5-2 рази пере-

важає за показниками міцності і пластичності у литому стані, що дозволяє використовувати його для одержання фасонних відливок відповідального призначення.

#### ЛІТЕРАТУРА

- 1 Механические свойства титана и его сплавов/ Колачев Б.А., Ливанов В.А., Буханова А.А. М. Металлургия, – 1974 – С. 145
- 2 Титановые сплавы. Производство фасонных отливок из титановых сплавов/ Е.Л. Бибилов, С.Г. Глазунов, А.А. Неуструев и др. М. Металлургия, – 1983 – С. 17

Таблиця

Порівняльні характеристики сплавів титану

Сплав	Хімічний склад, % мас							Рідкоплинність (довжина спіралі), мм	Механічні властивості		
	Al	Mo	Zr	Nb	Cr	Fe	Ti		$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	KCU <sub>1,2</sub> , кДж/м <sup>2</sup>
BT21П (прототип)	6,2	0,7	4,81	-	0,41	0,40	решта	290	1020	4,8	250
	6,4	0,6	5,02	-	0,38	0,32	решта	295	1025	4,2	240
Пропонований	5,7	2,3	10,6	4,1	-	-	решта	320	1120	10,2	380
	6,2	1,5	11,2	3,9	-	-	решта	360	1150	11,4	420
	6,3	3,5	12,2	4,2	-	-	решта	338	1220	9,8	360

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71