



УКРАЇНА

(19) UA (11) 7386 (13) C1

(51) C 22 C 14/00

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) ТЕРМІЧНО СТАБІЛЬНИЙ ВИСОКОКОРОЗІЙНОСТІЙКИЙ ТИТАНОВИЙ СПЛАВ

1

(21) 93010086

(22) 15.10.92

(46) 29.09.95. Бюл. № 3

(56) 1. Isothermal forging of titanium alloy surgical implants /Schepp Peter Paul//Titanium 1990: Prod and Appl.: Proc. Techn. Program Int. Conf., Dayton, Ohio, 1990. Vol. 2. - Dayton (Ohio). 1990. - p. 646-652.

2. Металлургия и технология сварки титана и его сплавов. Под ред. В.Н.Замкова - Киев, Наукова думка, 1986, с. 238 (прототип).

(71) Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона АН України

(72) Патон Борис Євгенович, Замков Вадим Миколайович, Топольський Володимир Пилипович, Петрунько Анатолій Миколайович, Латаш Юрій Володимирович, Осауленко

2

Григорій Григорович, Пірог Олег Іванович, Карпенко Ігор Іванович, Тяпко Ірина Костянтинівна, Константинов Валерій Семенович, Качанов Віктор Акимович

(73) Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона АН України (UA)

(57) Термически стабильный высококоррозионноустойчивый титановый сплав, содержащий алюминий и ниобий, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что в его состав дополнительно введен цирконий, а указанные компоненты взяты в следующем соотношении, мас. %:

алюминий	3,0-4,0
ниобий	4,2-5,3
цирконий	2,6-3,5
титан	остальное

Изобретение относится к конструкционным металлическим материалам, в частности к титановым сплавам, применяемым для создания крупногабаритного сварного оборудования из титановых сплавов для работы в особо агрессивных средах.

Известно, что коррозионная стойкость титана определяется исключительно устойчивостью его пассивного состояния. К легирующим добавкам, в основном, воздействующим непосредственно на изменение характера пассивности титанового сплава, относятся следующие элементы: тантал, молибден, ниобий, цирконий, дафний, ванадий, вольфрам, хром, алюминий, кремний.

Известен сплав (системы титан-алюминий-ниобий) [1]. Сплав относится к двухфазным термически нестабильным сплавам и не

может применяться для создания крупногабаритных сварных конструкций. Он предназначен для изготовления имплантатов, а также медицинского инструмента и оборудования.

Наиболее близким по технической сути является титановый сплав серии АТ-сплав АТЗ, содержащий следующие компоненты в мас. %: алюминий - 2,9%, железо - 0,6%, хром - 0,5%, кремний - 0,4%, титан - остальное. [2]. Сплав средней прочности АТЗ разбавляется и применяется для изготовления сварной химической аппаратуры, так как имеет коррозионную стойкость близкую к стойкости технического титана, а прочность значительно выше ( $\sigma_b \sim 600-750$  МПа). Однако сегрегация элементов, ограничено растворимых в  $\alpha$ -титане (алюминия, железа, хрома, кремния), за счет обогащения границ

(19) UA (11)

7386

(13) C1

зерен FeSi отрицательно сказывается на его коррозионной стойкости и особенно его сварных соединениях. Кроме этого, при работе в агрессивных средах, происходит сильное наводороживание, как металла швов, так и основного металла, что приводит к коррозионному растрескиванию и преждевременному выходу аппаратов из эксплуатации. К этому следует добавить, что сплав термически нестабилен и вся аппаратура, изготовленная из него, требует последующего отжига для снятия сварочных и других напряжений, возникающих в процессе изготовления.

Задачей настоящего изобретения является изыскание такого состава сплава, который обладал бы средней прочностью (прядка 850 МПа), высокой пластичностью и коррозионной стойкостью, значительно превышающей коррозионную стойкость известных сплавов, а также был бы термически стабильным сплавом, не требующим последующего отжига для снятия сварочных и других напряжений, возникающих в процессе изготовления сварного оборудования.

Эта задача решена созданием титанового сплава, содержащего алюминий, ниобий, в который, согласно изобретению, введен цирконий, а указанные компоненты взяты в следующем соотношении, мас. %: алюминий — 3,0-4,0; ниобий 4,2-5,3; цирконий 2,6-3,5; титан — остальное.

Известно, что алюминий является сильным упрочняющим элементом титана, особенно в указанных пределах (3,0-4,0). При содержании алюминия в сплаве менее 3%, сплав будет иметь низкую прочность, что заметно снизит эффективность его применения. При введении в сплав алюминия более 4% снижается его технологичность и коррозионная стойкость. Ниобий и цирконий введены в сплав, так как обладают более высокой коррозионной стойкостью чем титан, вследствие их более легкой пассивируемости и большей устойчивости пассивного состояния. Кроме этого, легирование сплава ниобием в указанных пределах значительно повышает ударную вязкость как сплава, так и его сварных соединений в состоянии после сварки. Последнее обстоятельство очень существенно, так как сплав термически стабилен и крупногабаритные сварные конструкции могут не проходить последующий отжиг. Введение в сплав ниобия менее 4% снижает коррозионную стойкость и ударную вязкость сплава, а введение в сплав ниобия более 5,5% существенно удорожает сплав.

Легирование цирконием улучшает коррозионную стойкость титана в соляной кислоте любой концентрации, а также 75% серной кислоте. Введение циркония в сплав в указанных пределах полностью компенсирует недостающее содержание в сплаве более дорогого и дефицитного ниобия. Кроме этого, цирконий взят как нейтральный упрочнитель для уменьшения отрицательного воздействия влияния газовых примесей, в частности кислорода, а также измельчения структуры в сплаве.

Предлагаемый сплав может быть получен существующими в настоящее время способами, а именно — двойным переплавом по схеме: плазменно-дуговая плавка — первый переплав и вакуумно-дуговая плавка — второй переплав.

При первичной выплавке на плазменно-дуговой печи слитка в ячеистый бункер загружается губчатый титан и легирующие компоненты. Под воздействием плазменных факелов происходит расплавление, дегазация и частичное усреднение легирующих элементов в ванне жидкого металла.

При повторном переплаве на вакуумно-дуговой печи происходит глубокая дегазация расплава и полное растворение легирующих в объеме ванны, что способствует их равномерному распределению по сечению и высоте слитка.

Для экспериментального исследования были изготовлены и опробованы пять опытных партий предложенного сплава следующих составов (таблица 1).

В таблице 2 приведена коррозионная стойкость этих сплавов, а также коррозионная стойкость серийно выпускаемых коррозионно-стойких титановых сплавов, определенная по стандартным методикам в наиболее распространенных средах.

Применение рекомендуемого сплава, по сравнению с существующими, позволит выполнить технические проекты нового поколения и создать аппараты для получения особо агрессивных компонентов, применяемых в специальных производствах, снизить их массу, повысить рабочее давление в фильтровальном оборудовании, что приведет к значительному сокращению технологического цикла фильтрования, даст большой экономический эффект. Основные области применения: пластинчатые теплообменники, выпарные аппараты, роторно-пленочные колонные аппараты, фильтровальное оборудование, центрифуги, насосы, работающие в особо агрессивных средах.

Таблица 1

Номер сплава	Химический состав, % мас.			
	титан	алюминий	ниобий	цирконий
прототип	95,5	3,0+0,8Fe + 0,4Cr + 0,3Si		
I	92,0	2,5	3,5	2,0
II	90,2	3,0	4,2	2,6
III	88,7	3,5	4,8	3,0
IV	87,2	4,0	5,3	3,5
V	85,4	4,6	6,0	4,0

Продолжение табл. 1

Номер сплава	Механические свойства				
	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_s$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	KCU, Дж/см <sup>2</sup>
прототип	700	625	12	26	50
I	710	640	24	56	120
II	790	732	22	50	110
III	830	776	18	44	98
IV	870	810	16	42	90
V	920	865	10	25	60

Таблица 2

Сплав	Скорость коррозии ( $V_k$ ) мм/год						$V_k$ мм/год - 1000 ч					
	5% $H_2SO_4$ 50°-100°	10% $H_2SO_4$ 25°-330°	5% HCl 50°-100°	10% HCl 25°-330°	10% HCl 50°-100°	0,9% $H_2SO_4$ 100°-100°	морск. вода да пол- ное погруж без на- грузки	атм. камера 35 °С, мор. атмос.		морск. вода, 28 °С, с перем. погруж		время вы- держки в $CH_3OH$ + 0,4% HCl $\sigma = 0,9 \sigma_s$
								без нагрузки	$\sigma = 0,9 \sigma_s$	без нагрузки	$\sigma = 0,9 \sigma_s$	
I	0,5281	0,0031	0,1073	0,0091	0,986	0,871	0	0	0,0005	0,0003	0,0005	более 2000 ч
II	0,1473	0,0051	0,0481	0,0029	0,357	0,140	0	0	0,0003	0,0002	0,0002	"
III	0,1205	0,0031	0,0270	0,0023	0,272	0,009	0	0	0,0002	0,0001	0,0001	"
IV	0,1304	0,0049	0,0306	0,0018	0,250	0,007	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	"
V	0,1842	0,0062	0,1834	0,0035	1,269	0,532	0	0	0,0004	0,0002	0,0003	"
AT3	3,950	0,551	3,21	0,470	3,148	13,30	0,0092	0,021	0,033	0,0083	0,0095	220 (грейтинг)
BT1-0	2,013	0,314	1,35	0,254	2,309	12,00	0,0005	0,0008	0,0008	0,0001	0,0002	более 1000 284 (грейтинг)
PT38	3,310	0,483	1,44	0,424	3,247	6,397	0,0005	0,0005	0,0005	0,0003 (литинги)	0,0003 (литинги)	284 (грейтинг)

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор К. Папп

Замовлення 4519

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

