



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 58671

(13) A

(51) 7 C22C 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПЛАВ НА ОСНОВІ ТИТАНУ

1

2

(21) 2002042848

(22) 09 04 2002

(24) 15 08 2003

(46) 15 08 2003, Бюл. № 8, 2003 р.

(72) Овчинников Олександр Володимирович, Волчок Іван Петрович

(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Титановий сплав, який містить алюміній, цирконій, молибден і ванадій, який відрізняється тим,

що додатково містить титрій при наступному співвідношенні елементів, мас %

алюміній	1,5-3,0
цирконій	0,3-0,8
молибден	0,5-1,5
ванадій	0,5-2,0
титрій	0,01-0,12
титан	решта

Винахід відноситься до металургійної галузі, зокрема, до розробки складів термічно стабільних корозійностійких титанових сплавів з підвищеною пластичністю, які працюють примусово в агресивних середовищах.

Відомий склад термічно зміцненого корозійностійкого титанового сплаву (патент України 7385 С1, МПК С22С 14/00 Термічно зміцнений корозійностійкий титановий сплав / Б.Є. Патон, В.М. Замков, В.П. Топольський, А.М. Петрунько та інш. — № 9301087, Заявлено 12 10 92, Опубл. 29 05 95, Бюл. № 3 — С. 3 1 41), який містить, мас %

Алюміній	4,0 - 5,5
Ніобій	5,0 - 7,0
Цирконій	0,3 - 0,8
Молибден	0,5 - 1,5
Залізо	0,8 - 2,3
Титан	Решта

До недоліків відомого рішення можна віднести те, що присутність заліза у сплаві більш ніж 1%, значно знижує пластичність, особливо зварних з'єднань сплавів на основі титану. Крім того, залізо справляє негативний вплив на корозійну стійкість сплаву. Додавання ніобію в кількості 5,0 - 7,0% частково аніглює негативний вплив заліза, але у той же час підвищує кількість другої фази, що сприяє зниженню термічної стабільності сплаву, а підвищення гетерогенності структури збільшує вірогідність локальної корозії.

Тому відомий сплав не може використовуватися для виробництва виробів, до конструкційного матеріалу яких ставляться підвищені вимоги відносно пластичності.

Відомо також конструкційні високопластичні титанові сплави загального призначення з систе-

мою легування титан - алюміній - марганець

Представник цієї групи сплавів ВТ-4 (ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы новые деформируемые Марки — М. Изд-во стандартов 1991 — 5 с.), містить, мас %

Алюміній	4,0 - 5,5
Марганець	0,8 - 2,0
Титан	Решта

Поданий сплав має вдале поєднання межі міцності і пластичності. Недоліком цього сплаву є підвищений вміст марганцю, що суттєво знижує його корозійну стійкість, що робить неможливим використання цього сплаву для роботи у високоагресивних середовищах.

Відомий також сплав на основі титану (сплав ВТ 20, ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы титановые деформируемые Марки — М. Изд-во стандартов 1991 — 5 с.), який містить, мас %

Алюміній	5,5 - 7,0
Цирконій	1,5 - 2,0
Молибден	0,5 - 2,0
Ванадій	0,5 - 2,0
Ніобій	0,5 - 2,0
Титан	Решта

Основним недоліком відомого технічного рішення є низька пластичність, що виключає можливість його використання з високою ефективністю при виробництві листового прокату.

Найближчим за технічною сутністю до заявленого рішення є відомий склад титанового сплаву ВТ-20 - 1 (ГОСТ 27265 - 87 Проволока сварочная из титана и титановых сплавов — М. Изд-во стандартов 1987 — 9 с.), який і використано як прототип. Сплав містить, мас %

Алюміній	2,0 - 3,0
----------	-----------

(13) A

(11) 58671

(19) UA

Цирконій	1,0 - 2,0
Молибден	0,5 - 1,5
Ванадій	0,5 - 1,5
Титан	Решта

Відомий склад використовується для виготовлення зварювального дроту, який забезпечує $\sigma_B = 590 - 785 \text{ МПа}$ при відносному подовженні $\delta = 12\%$. Міцність зварного шва не перевищує $\sigma_B = 850 \text{ МПа}$.

Такі механічні характеристики не забезпечують необхідних показників міцності і пластичності, що не дозволяє використати відомий сплав для виготовлення листового прокату та тонкостінних труб із титанових сплавів.

Тому з критики аналогів і прототипу впливає завдання створення корозійного титанового сплаву з підвищеною пластичністю $\sigma_B > 15 - 20\%$ і міцністю $\sigma_B = 900 - 1000 \text{ МПа}$.

Поставлене завдання вирішується таким чином. Титановий сплав, що містить алюміній, цирконій, молибден, ванадій, відрізняється тим, що додатково містить ітрій, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %

Алюміній	1,5 - 3,0
Цирконій	0,3 - 0,8
Молибден	0,5 - 1,5
Ванадій	0,5 - 2,0
Ітрій	0,01 - 0,12
Титан	Решта

Саме така сукупність відомих та нового елемента та їх співвідношення, що заявляються, забезпечують досягнення нового технічного результату - підвищення показників міцності і пластичності титанового сплаву при достатньо високій корозійній стійкості у розчинах сірчаної та соляної кислот.

Так як заявлюване рішення містить нові ознаки, то воно відповідає критерію "новизна".

У заявленому рішенні алюміній у межах 1,5 - 3,0% забезпечує твердорозчинне зміцнення титанового сплаву, стабілізує α -фазу, зменшує питому вагу титанового сплаву. Нижча межа прийнята за таких обставин, що при зменшенні кількості алюмінію відсутній ефект зміцнення. При вмісті алюмінію вище 3% зменшується пластичність титанових сплавів та підвищується ризик утворення, внаслідок двох термічних циклів зварювання, крихкої інтерметалідної α_2 -фази (Ti_3Al). Крім того, алюміній знижує корозійну стійкість, починаючи з 2%.

Цирконій прийнятий у межах 0,3 - 0,8% як нейтральний зміцнювач для зменшення шкідливого впливу газових домішок, особливо кисню, а також як зв'язуючий елемент між алюмінієм та титаном, який сприяє зменшенню викривлення кристалової ґратки від легування алюмінієм. Цирконій підвищує корозійну стійкість титану. При вмісті нижче 0,3% він не забезпечує достатнього розкислення. Збільшення його кількості більше 0,8% не забезпечує подальшого зниження вмісту газових домішок.

Молибден - сильний стабілізатор β -фази та найбільш сильний зміцнювач титану, який не утворює інтерметалідних поєднань з ним, що добре впливає на пластичність та зварюваність титану. Нижча межа 0,5% обумовлена тим, що при більш

низькому вмісті молибден не спричиняє зміцнюючої дії. Межа більше за 1,5% прийнята з урахуванням розчинення його у α -фазі, при більших концентраціях ефект зміцнення знижується внаслідок вичерпання можливості твердорозчиненого зміцнення, а пластичність різко знижується. Молибден підвищує корозійну стійкість титану. Навіть при малих концентраціях він підвищує корозійну стійкість за рахунок катодної пасивації.

Вміст ванадію 0,5 - 2,0% відповідає межі розчину його у α -фазі. Він діє аналогічно молибдену, при спільному додаванні з молибденом за рахунок комплексного ефекту взаємодії додатково підвищує міцність. Ванадій єдиний елемент, який одночасно підвищує міцність та пластичність титанових сплавів у межах розчину в α -титан фазі. Такі властивості пояснюються тим, що ванадій покращує співвідношення параметрів гексагональної кристалічної ґратки титану c/a (який збільшує відстань "а"), що, в свою чергу, сприяє зменшенню по призматичних та пірамідальних площинах α -титану. Додаток β -стабілізуючих у межах максимального розчину у α -фазі ($K_\beta < 0,25$) дозволяє одержувати найкраще співвідношення міцності та пластичності.

Ітрій додається в межах 0,01 - 0,12% як модифікатор для здрібнення литої структури титану та покращення її морфології. При вмісті менш ніж 0,01%, він не впливає на структуру, а більше за 0,12% призводить до розтріскування литих злитків. Він діє як поверхнево активний елемент, який адсорбується на поверхні кристалів (зерен), не дає їм збільшуватися в розмірах. Ітрій має більшу спорідненість з киснем, ніж титан, що дає можливість знизити кількість кисню в титані. Він покращує зварюваність титану.

Аналоги, що містять ознаки, які відрізняють заявлюване рішення від прототипу, не виявлені. На підставі цього можна зробити висновок про те, що заявлюване рішення відповідає критерію "винахідницький рівень".

Відпівки з титанового сплаву отримані шляхом вакуумно-дугового переплаву електрода з титанової губки, який витрачається.

Електрод, що витрачається, має циліндричну форму діаметром 40мм, висотою 250мм та вагою 1,3кг. Його отримано з титанової губки марки ТГ-100 (СТУ 3-25-22-94).

Плавлення проводили в лабораторних умовах на вакуумно-дуговій печі при наступних параметрах: ступінь розрядження 10^{-4} мм рт ст , сила струму 3КА, напруга 30В.

Шихтовку матеріалів робили за допомогою порційного метода при пресуванні електрода, що витрачається, наступними елементами: алюміній (ДСТУ 3753-98), молибден (ММ-2 ТУ 48-19-73-78), ванадій (ОСТ 48-20-72), цирконій (ТУ 95-46-76), ітрій (ТУ 48-4208-72).

Злитки одержували циліндричної форми діаметром 70мм, висотою 85мм і вагою 1,3кг.

Отримані результати досліджень показані в таблиці.

Таблиця

Результати порівняльних досліджень титанових сплавів

Номер складу	Хімічний склад, мас. %						Механічні властивості					Швидкість корозії, г/м ² годину (120 годин)
	алюміній	цирконій	молібден	ванадій	нітрий	титан	σ_b , МПа	σ_t , МПа	δ , %	ψ , %	KCU, МДж/м ²	40% H ₂ SO ₄
1	1,23	0,34	0,25	0,12	0,00	Решта	692	623	23,3	53,2	0,96	1,31
2	1,65	0,57	0,43	0,73	0,011	Решта	744	700	21,3	47,1	0,82	1,26
3	2,24	0,62	0,93	1,33	0,042	Решта	862	7930	18,2	34,9	0,77	1,15
4	3,16	0,91	1,02	1,82	0,072	Решта	1021	946	19,9	40,6	0,81	1,05
5	3,93	0,94	1,53	2,014	0,103	Решта	1012	922	15,8	36,1	0,55	0,94
6	5,24	1,35	1,85	3,05	0,121	Решта	1106	939	12,3	29,3	0,33	1,12
Прототип BT20-1св	2,0 - 3,0	1,0 - 2,0	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	-	Решта	1102	951	15,1	24,1	0,55	1,25

Результати досліджень показують, що заявлений склад титанового сплаву, у порівнянні з відомими, має більш високі показники пластичності і міцності при достатньо високій корозійній стійкості. В умовах виробництва це дозволить отримати листовий прокат з достатньо високими показниками

механічних властивостей.

На підставі вищевказаного можна зробити висновок, що заявлюване технічне рішення може бути використане в техніці та відповідає критерію "промислова придатність".