



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **20378** (13) **U**
(51) МПК (2006)
C22C 19/03МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПЛАВ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ "НІКЕЛЬ-ТАНТАЛ"**

1

2

(21) u200608723

(22) 04.08.2006

(24) 15.01.2007

(46) 15.01.2007, Бюл. №1, 2007р.

(72) Фірстов Георгій Сергійович, Коваль Юрій Ми-
колайович(73) ІНСТИТУТ МЕТАЛОФІЗИКИ ІМ. Г.В. КУРДЮ-
МОВА НАН УКРАЇНИ(57) Сплав з пам'яттю форми, що містить нікель,
який **відрізняється** тим, що в нього додатково
вводять тантал при наступному співвідношенні
хімічних компонентів, % ваг:ТАНТАЛ 47,2-55,1
НІКЕЛЬ решта.

Корисна модель відноситься до металургії, а саме, до прецизійних сплавів на основі нікелю з високотемпературним ефектом пам'яті форми, які можуть бути застосовані у приладобудуванні, автомобільній, аерокосмічній галузях промисловості та інших.

Сплавами з високотемпературним ефектом пам'яті форми прийнято називати такі матеріали, які у стані вільному від зовнішніх напружень мають температуру початку (Ан) зворотнього мартенситного перетворення (МП) вище за 120°C [J. Van Humbeeck, Transactions of ASME, J. Eng. Mater. Tech., v. 121 (1999) pp.98-101].

Відомо сплав з ефектом пам'яті форми [з. 63-61377, Японія, ИСМ 10-1989р, МКП, C22C 19/18, C22F1/10], що містить азот, суміш азоту, вуглецю та кисню, нікель, титан із домішками при наступному співвідношенні компонентів, % ат:

НІКЕЛЬ 49,5-50,5
АЗОТ <0,05
АЗОТ + ВУГЛЕЦЬ + КИСЕНЬ 0,05-0,5
ТИТАН та домішки решта

Основним недоліком цього сплаву є досить високий вміст азоту, вуглецю, кисню та домішок, що спричиняє окрихчення за рахунок утворення оксидів, нітридів та карбідів титану, а також недостатньо високі температури мартенситного перетворення (не більше за 120°C) і, відповідно, недостатньо високі температури проявлення ефекту пам'яті форми.

Відомо сплав для мішеней, що розпилюються [п.2026398, РФ, Бюлетень «Изобретения» 1-95р., МКП, C22C 19/03], який містить нікель, тантал, титан, лантан, ітрій та кальцій при наступному співвідношенні компонентів, % ваг:

ТАНТАЛ 16,5-25,5
ТИТАН 0,3-0,8ЛАНТАН 0,01-0,03
ІТРИЙ 0,01-0,03
КАЛЬЦІЙ 0,01-0,05
НІКЕЛЬ решта

Основним недоліком цього сплаву є те, що при наявному вмісті компонентів він не перетворюється за мартенситним механізмом і, як наслідок, не має здатності до проявлення ефекту пам'яті форми.

Найбільш близьким за сутністю є сплав з ефектом пам'яті форми [з.62-182241, Японія, ИСМ 1-89р., МКП, C22C 19/03], що містить нікель та титан при наступному співвідношенні компонентів, % ат:

НІКЕЛЬ 50,3-52,0
ТИТАН решта

Основним недоліком цього сплаву є те, що у наведених вище межах, температура зворотнього МП ан для цього сплаву не перевищує 120°C.

Технічною задачею корисної моделі є розробка нового сплаву з високотемпературним ефектом пам'яті форми на основі нікелю, повернення форми для якого після попередньої деформації відбувається при температурі зворотнього МП Ан, яка є більшою за 120°C.

Поставлена технічна задача вирішується за рахунок того, що в сплав на основі нікелю додатково вводять тантал, при наступному співвідношенні хімічних компонентів, % ваг:

ТАНТАЛ 47,2-55,1
НІКЕЛЬ решта

Таке заміщення титану на тантал призводить до суттєвого підвищення температур МП (Таблиця 1). Отже, позитивний ефект введення танталу полягає у принципово нових можливостях нового матеріалу, порівняно зі сплавом-прототипом, оскільки, на відміну від найближчого аналогу, у запро-

(13) **U**
(11) **20378**
(19) **UA**

понованому сплаві МП та ефект пам'яті форми мають місце при температурах вищих за 120°C.

Для експериментальної оцінки властивостей запропонованого сплаву було підготовлено 7 сумішей інгредієнтів, 5 з яких показали оптимальні результати (Таблиця 1, сплави №2...6). При виготовленні сплавів в якості легуючих компонентів використовували тантал високої чистоти марки ТВЧ та електролітичний нікель. Плавку сплавів проводили методом багатократного вакуумного дугового переплаву з невитратним вольфрамовим

електродом в атмосфері аргону, що був очищений плавкою гетера. Із отриманих зливок вирізалися зразки для скануючої електронної мікроскопії та деформації стисканням. Скануюча електронна мікроскопія проводилася для оцінки хімічної гомогенності сплавів. Повернення форми та температура початку зворотнього МП (повернення форми) вимірювалися у дилатометрі при нагріві до 350°C після стискання на 3, 5 та 10% деформації. Результати досліджень наведені у Таблиці 1.

Таблиця 1

№ спл.	Хімічні елементи сплаву (% ваг.)		Температура зворотнього МП, А _н (°C)	Хімічна гомогенність сплаву	Попередня деформація стисканням (%)	Повернення форми (%)
	Ni	Ta				
1	53,2	46,8	-	Негомогенний, виділення частинок Ni ₈ Ta у матриці	Руйнування	-
2	52,8	47,2	230	Гомогенний	3	3
					5	4,1
					10	5,8
3	51,4	48,6	270	Гомогенний	3	3
					5	4,4
					10	6,2
4	49,9	50,1	310	Гомогенний	3	3
					5	4,8
					10	6,9
5	46,9	53,1	330	Гомогенний	3	3
					5	4,7
					10	6,6
6	44,9	55,1	340	Гомогенний	3	3
					5	4,3
					10	5,7
7	44,6	55,4	-	Негомогенний, виділення частинок Ni ₈ Ta у матриці	Руйнування	-

Аналіз результатів свідчить, що у запропонованому сплаві оптимальний позитивний ефект досягається у заявлених межах (Таблиця 1, сплави №2...6), а саме: при вмісті танталу в межах 47,2 до 55,1 (% ваг.; нікель - решта) сплави є гомогенними і піддаються деформації стисканням до 10%. При цьому повне повернення форми має місце тільки для 3% попередньої деформації стисканням, в той час як підвищення попередньої деформації зумовлює пластичну деформацію і часткове неповернення форми (Таблиця 1, сплави №2...6). При вмісті танталу меншому ніж 47,2 (% ваг.) (Таблиця 1, сплав №1) сплав стає крихким за рахунок виділення фази Ni₈Ta і руйнується при деформації стисканням. Те саме відбувається і для вмісту танталу більшому ніж 55,1 (% ваг.) з тією різницею, що причиною окрихчення стає виділення фази Ni₂Ta (Таблиця 1, сплав №7). Отже, при відхиленні хімічного складу сплаву від заявлених меж

мають місце руйнівні процеси і сплав стає непридатним для проявлення ефекту пам'яті форми.

При аналізі температур зворотнього МП ан треба зауважити, що вони є значно вищими за 120°C у заявлених межах для запропонованого сплаву, а саме: для сплаву №2 вона становить 230°C, для сплаву №4 - 310°C, а для сплаву №6 взагалі зростає до 340°C (Таблиця 1). При вмісті танталу меншому ніж 47,2 (% ваг.) (Таблиця 1, сплав №1) або більшому ніж 55,1 (% ваг.) (Таблиця 1, сплав №7) у сплаві взагалі не має місце МП, а, отже, не має місце і ефект пам'яті форми. Видно, що при відхиленні хімічного складу від заявлених меж, до руйнівних процесів, зазначених вище, додається неспроможність сплаву до проявлення МП, а, отже, і до ефекту пам'яті форми.

Сплав може бути виплавлений як у лабораторних, так і у промислових умовах.