



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **104330**

(13) **U**

(51) МПК

**C22C 9/02** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	<b>u 2015 06752</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Сич Тетяна Григорівна (UA), Лободюк Валентин Андрійович (UA), Литвиненко Юрій Михайлович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>08.07.2015</b>	(73) Власник(и):	<b>ІНСТИТУТ МЕТАЛОФІЗИКИ ІМ. Г.В. КУРДЮМОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, бульвар Вернадського, 36, м. Київ-142, 03680 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	<b>25.01.2016</b>		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>25.01.2016, Бюл.№ 2</b>		

## (54) СПЛАВ НА ОСНОВІ МІДІ З ІЗОТЕРМІЧНИМ МАРТЕНСИТНИМ ПЕРЕТВОРЕННЯМ

### (57) Реферат:

Сплав на основі міді з ізотермічним мартенситним перетворенням містить олово і мідь. Він додатково містить галій.

**UA 104330 U**



Корисна модель належить до галузі металургії, зокрема до сплавів з ефектом пам'яті форми, і може бути використана в різноманітних робочих елементах, які спрацьовують при постійній температурі, чи при її зміні в заданому проміжку часу, чи через певний інтервал часу.

Широкого використання набули сплави з ефектом пам'яті форми, в яких накопичення деформації та відновлення початкової форми відбувається за рахунок процесів, обумовлених мартенситним перетворенням (далі - МП).

Існує багато прикладних задач, в яких потрібні пристрої (наприклад, термореле), що без зміни своїх параметрів спрацьовують багаторазово при постійній температурі через заданий проміжок часу. Такі пристрої можна створити на основі сплавів, у яких протікає ізотермічне мартенситне перетворення, тобто перетворення в часі при постійній температурі, яка є нижчою за температуру початку мартенситного перетворення.

Відомий сплав на основі заліза (Максимова О.П. О кинетике мартенситных превращений. Проблемы металловедения и физики металлов. - М.: Металлургиздат, 1952. - С. 45-74; Nagasawa A.A. A new concept on the shape memory effect in metals and alloys // Phys. Stat. Sol. (a). - v. 8, № 2, 1971, p. 531-538), що містить (мас. %):

нікель (Ni)	22,5-23,8
марганець (Mn)	3,1-3,4
залізо (Fe)	72,8-74,4.

В сплавах Fe-Ni-Mn накопичення деформації за рахунок прямого мартенситного перетворення може відбуватися при постійній температурі впродовж 10-20 хвилин.

Недоліком відомого сплаву на основі заліза є: низькі температури можливого використання (-50...-180 °C), великі інтервали прямого мартенситного перетворення, високі температури оберненого перетворення, великий гістерезис (200-300 °C), незначна величина накопичуваної за рахунок МП деформації та лише часткове відновлення вихідного стану та розмірів при нагріванні.

Відомий сплав на основі міді (Курдюмов Г.В., Хандрос Л.Г. О "термоупругом" равновесии при мартенситных превращениях // ДАН СССР, - т. 66, № 2, 1949, с. 211-214), що містить (мас. %):

алюміній (Al)	13,6-4,4
нікель (Ni)	2,0-4,0
мідь (Cu)	82,0-84,0.

Як відомо (Oishi K., Broun L.C. Stress-induced martensite formation in Cu-Al-Ni alloys // Met. Trans, v.2, № 7, 1971, p. 1971-1977), в таких сплавах можливе накопичення повністю оберненої деформації за рахунок утворення мартенситної фази при зміні температури. Температурний інтервал прямого мартенситного перетворення і, відповідно, інтервал накопичення деформації в залежності від складу сплаву може становити 50-80 °C. При зупинці охолодження мартенситне перетворення і відповідна деформація не відбуваються.

Недоліком відомого сплаву на основі міді є те, що накопичення повністю оберненої деформації відбувається тільки при зміні температури, а у випадку зупинки охолодження мартенситне перетворення і відповідна деформація не відбуваються.

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, що досягається, до сплаву, що заявляється, є сплав на основі міді (Арбузова И.А., Коваль Ю.Н., Мартынов В.В., Хандрос Л.Г. Деформация и восстановление формы при мартенситном превращении в сплаве медь-олово // Физика металлов и металловедение. - т.35, № 6, 1973, с. 1278-1284), що містить (мас. %):

олово (Sn)	24-27
мідь (Cu)	73-76.

В такому сплаві можливе накопичення оберненої деформації за рахунок атермічного мартенситного перетворення при зміні температури.

Недоліком відомого сплаву на основі міді є: лише часткове відновлення вихідної форми та стану при нагріванні та можливий розпад при підвищених температурах, що викликає зміну параметрів та властивостей сплаву; накопичення деформації за рахунок утворення мартенситної фази відбувається тільки при зміні температури, зберігається залишкова деформація, що робить неможливим їх багаторазове використання.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити сплав на основі міді з ізотермічним мартенситним перетворенням шляхом додаткового введення до його складу галію, за рахунок чого в сплаві накопичується повністю обернена деформація при постійній температурі внаслідок зміни кінетики мартенситного перетворення та забезпечується багаторазове використання виробів з цього сплаву.

Поставлена задача вирішується тим, що в сплав на основі міді з ізотермічним мартенситним перетворенням, що містить олово і мідь, згідно з корисною моделлю, додатково вводять галій при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

олово (Sn)	23,5-27,0
галій (Ga)	0,5-2,0
мідь (Cu)	72,5-76,0.

- Запропонований сплав виготовляли наступним чином. У зв'язку з низькою розчинністю Ga в Sn спочатку готували лігатуру Cu-15 мас. % Ga, з наступним відпалом її впродовж 15-20 годин при температурі 750-800 °C, що забезпечувало отримання однорідного стану, сплавляли розрахункову кількість лігатури та необхідний об'єм олова для отримання зливків сплаву на основі міді з концентрацією галію 0,5-2,0 мас. %. Проводили гомогенізуючий відпал зливків сплаву впродовж 20 годин при температурі 650-680 °C.

- 10 Приклад здійснення корисної моделі. Із отриманої лігатури та відповідної кількості олова виготовляли сплав, що містить, мас. %: Sn-23,8, Ga-2,0, Cu - решта, проводили гомогенізуючий відпал зливків сплаву при температурі 650 °C впродовж 20 годин. Робочі зразки для перевірки властивостей вирізали із зливка сплаву та загартовували від температури 680 °C в холодну воду.

- 15 Методом температурної залежності деформації (прогину) з'ясували, що в одержаному сплаві накопичення деформації при температурі -196 °C відбувається впродовж 20 хвилин.

Запропонований сплав може бути використаний в пристроях, в яких необхідне часове регулювання, наприклад часових реле.

## 20 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Сплав на основі міді з ізотермічним мартенситним перетворенням, що містить олово і мідь, який **відрізняється** тим, що він додатково містить, галій при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

олово (Sn)	23,5-27,0
галій (Ga)	0,5-2,0
мідь (Cu)	72,5-76,0.

25