



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 98549

(13) C2

(51) МПК

B23K 35/24 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2010 12850

(22) Дата подання заявки: 29.10.2010

(24) Дата, з якої є чинними  
права на винахід: 25.05.2012

(41) Публікація відомостей  
про заяву: 10.05.2012, Бюл.№ 9

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: 25.05.2012, Бюл.№ 10

(72) Винахідник(и):

Хорунов Віктор Федорович (UA),  
Максимова Світлана Василівна (UA),  
Бутенко Юрій Васильович (UA),  
Малий Олексій Борисович (UA)

(73) Власник(и):

ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ.  
Є.О.ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ  
НАУК УКРАЇНИ,  
вул. Боженка, 11, м. Київ, 03680 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:

US 4746379 A, 24.05.1988  
SU 407690 A, 10.12.1973  
SU 244093 A, 15.04.1978  
SU 1606295 A1, 15.11.1990  
RU 1793619 C, 20.03.1995  
JP 54109049 A, 27.08.1979  
US 3098743 A, 23.07.1963  
GB 943390 A, 04.12.1963

## (54) ПРИПІЙ ДЛЯ ПАЯННЯ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до паяння, зокрема до хімічного складу припою, що використовується для паяння жароміцних сплавів на основі нікелю, кобальту, заліза та інтерметалідних сплавів. Припій для паяння жароміцних сплавів містить нікель, хром, паладій, германій при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: нікель – 25-50, хром – 10-30, германій – 0,5-3,8, паладій – решта. Запропонований склад припою забезпечує одержання високих механічних властивостей паяних з'єднань при підвищених температурах та тривалих навантаженнях і може бути рекомендований для використання при створенні конструкцій та ремонті деталей гарячого тракту газотурбінних двигунів та інших об'єктів високотемпературного призначення.

UA 98549 C2



Винахід на припій для паяння жароміцних сплавів належить до паяння, зокрема до хімічного складу припою, що використовується для паяння жароміцних сплавів на основі нікелю, кобальту, заліза, інтерметалідних сплавів, які знаходять застосування при виготовленні та ремонті паяних деталей гарячого тракту турбіни та інших об'єктів високотемпературного призначення.

Методи паяння включають нагрівання припою, зазвичай, в формі порошку, пасти або стрічки до температури, що перевищує температуру плавлення припою, але знаходиться нижче температури плавлення матеріалу, що паяється, щоби уникнути зниження його механічних властивостей.

Для паяння жароміцних сплавів застосовують нікелеві припої, що вміщують такі елементи-депресанти, як бор та кремній.

Відомий припій марки ВПр 11 на основі нікелю, що містить (у мас. %): 14-16 Cr, 4-5 Si, 2-3 B, 3-5 Fe, 0,1-1,0 Al, Ni - решта (Припои никелевые. Технические условия, ГОСТ 23861-79).

Недоліками цього припою є присутність таких депресантів, як бор та кремній, що з одного боку знижують температуру паяння, а з іншого сприяють утворенню легкоплавких крихких фаз в паяному шві.

Відомий припій на основі нікелю, що має наступний хімічний склад (у мас. %): 25-35 Pd, 5-20 Co, 10-13 B або Si, 5 Mo, Ni - решта (US 4746379).

Недоліками даного припою є присутність таких елементів, як бор (або кремній), що призводять до формування евтектичних крихких фаз в центральній частині паяного шву і тим самим вони зменшують тривалу міцність паяних з'єднань. Крім того, бор має високу дифузійну активність і проникає по границям зерен в матеріал, що паяється, що призводить до утворення легкоплавких евтектичних фаз вздовж паяного шву і погіршує тривалу міцність при високих температурах.

Найбільш близьким до винаходу, що заявляється, є припій, вибраний нами як найближчий аналог, наступного складу (у мас. %): 33 Ni, 19 Cr, 0,2 Si, решта Pd (ТУ 48-1-408-83 на смуги паладієвого припою. Справочник по пайке / под ред. И.Е. Петрунина. 3-е изд., С. 74 перераб. и доп. М: Машиностроение, 2003, 480 с.).

Недоліками цього припою є низька тривала міцність паяних з'єднань жароміцних нікелевих сплавів при температурі 550 °C.

Задачею винаходу, що заявляється, є створення припою для паяння жароміцних сплавів, що забезпечує необхідну тривалу міцність паяних з'єднань при підвищеній температурі.

Поставлена задача вирішується тим, що припій для паяння жароміцних сплавів, містить хром, нікель, паладій та германій при наступному співвідношенні (мас. %):

нікель	25-50
хром	10-30
германій	0,5-3,8
паладій	решта.

При вмісті хрому менше 10 мас. % не забезпечується необхідна високотемпературна корозійна стійкість паяних з'єднань. Підвищення хрому до 31 % призводить до утворення фази CrPd та фази Ni<sub>2</sub>Cr, в останній при температурі 590 °C відбувається упорядкування, що утруднює обробку тиском.

Концентрація нікелю вибрана для умови забезпечення мінімального інтервалу плавлення припою. При вмісті нікелю менше 25 % та більше 51 % суттєво збільшується інтервал плавлення та підвищується температура паяння.

Легування припою германієм обґрунтовано підвищеною розчинністю останнього в нікелі, що складає до 12 мас. % та в паладії - до 2 % при температурі 200 °C. Використання германію як депресанту для паладієвого припою забезпечує отримання твердого розчину на основі паладію, що в свою чергу дозволяє отримати даний припій в вигляді тонкої стрічки з використанням традиційних методів обробки тиском, зокрема куванням до отримання прямокутного профілю та подальшим прокатуванням до отримання стрічки товщиною 0,05 мм.

При вмісті германію менше 0,5 % не забезпечується зниження температури плавлення сплаву. При вмісті більше 3,8 мас. % значно знижується температура, але одночасно збільшується кількість фази GePd<sub>5</sub>, припій стає крихким, що не дає можливості оптимізувати високі показники тривалої міцності та обробляти його традиційними металургійними методами.

Приклад. Зливки припійних сплавів були виплавлені методом електродугового плавлення зі складами, що відповідають крайнім і середнім значенням концентрації компонентів, що заявляється, а також вище і нижче запропонованого інтервалу і сплаву-прототипу (табл. 1). Традиційними методами обробки тиском, зокрема куванням та подальшим прокатуванням отримували стрічки товщиною 0,05 мм.

Були проведені іспити запропонованого припою. Вони включали паяння стикових з'єднань та їх іспит для визначення механічних властивостей при кімнатній та підвищеній температурах, а також тривалої міцності. Як основний матеріал використовували жароміцний нікелевий сплав Інконель 718. Паяння проводили в вакуумній печі з радіаційним нагрівом при температурі 1230 °С. Механічні випробування проводили при температурі 20, 550 °С. Тривалу міцність визначали при температурі 550 °С та навантаженні 780 МПа. Результати випробувань подані в таблиці 2. Їх аналіз дозволяє зробити наступні висновки. Припій, що відповідає складу, що заявляється (припої № 1-3) забезпечують необхідну тривалу міцність при підвищеній температурі. Використання припою, що пропонується, суттєво підвищить експлуатаційні характеристики та надійність паяних з'єднань при підвищених температурах та навантаженнях.

Таблиця 1

## Хімічний склад виплавлених сплавів

№ п/п	Найменування компонентів	Вміст елементів, мас. %				
		1	2	3	4	5
1	Ni	25	29	50	52	8
2	Pd	54,5	39,1	36,2	30	55
3	Cr	20	30	10	8	37
4	Ge	0,5	1,9	3,8	10	0,0

Таблиця 2

## Результати іспитів паяних з'єднань жароміцного нікелевого сплаву

№ припою	Тривала міцність паяних з'єднань (год.)	Міцність паяних з'єднань при температурі 20 °С, МПа	Міцність паяних з'єднань при температурі 550 °С, МПа
1	112-132	1160-1170	970-1000
2	50-80	1190-1290	1010-1030
3	85-98	980-1120	955-980
4	20-29	820-860	690-715
5	32-43	930-980	715-756
Найближчий аналог	29-65	1275-1310	980-1060

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

15

Припій для паяння жароміцних сплавів, що містить нікель, хром, паладій, який **відрізняється** тим, що додатково містить германій при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

нікель	25-50
хром	10-30
германій	0,5-3,8
паладій	решта.

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601