



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88118

(13) C2

(51) МПК (2009)
C22C 9/04МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПЛАВ ІЗ ЗАДАНОЮ ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЮ

1

2

(21) а200811591

(22) 29.09.2008

(24) 10.09.2009

(46) 10.09.2009, Бюл.№ 17, 2009 р.

(72) ПЛІТЧЕНКО ВАЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ШУМІ-
ХІН ВОЛОДИМИР СЕРГІЙОВИЧ, ЩЕРЕЦЬКИЙ
ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, АПУХТІН ВОЛО-
ДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ БАНК УКРАЇНИ

(56) SU 486064 A1, 30.09.1975

DE 20117131 U1, 28.02.2002

EP 1452107 A1, 01.09.2004

(57) Сплав із заданою електропровідністю, що
включає мідь, цинк, алюміній, олово, який **відрізн-
няється** тим, що додатково містить марганець, а
компоненти сплаву знаходяться в наступному
співвідношенні, мас. %:

цинк	14-16
алюміній	0,9-1,1
олово	0,9-1,1
марганець	0,4-0,8
мідь	решта.

Пропонований винахід відноситься до галузі металургії, зокрема до сплавів на основі міді із заданою електропровідністю, що використовуються для виготовлення монет, в електротехніці та інших областях.

Питома електропровідність зазвичай вимірюється у відсотках IACS (International Annealed Copper Standard) - це система, яка базується на електропровідності чистої відпаленої міді, електропровідність якої приймається за 100%, а електропровідність інших матеріалів виражена в процентному відношенні до неї.

Відомий мідний сплав і технологія його виготовлення - патент DE60120697, МПК C22C9/04, заявник - фірма «Outokumpu Copper Products», опубл. 2006-07-27, патент - аналог US6264764. Сплав використовується в електротехніці і містить, мас. %:

Zn	13-15
Sn	0,7-0,9
Fe	0,7-0,9
Cu	залишок

Вказаний вміст олова і заліза і високий вміст цинку забезпечують достатню міцність, низьку вартість сплаву. Для даного сплаву встановлена питома електропровідність в досить широкому інтервалі від 27 до 33% IACS. Слід також зазначити, що залізо може виділятися в структурі сплаву у вигляді окремої фази γ_{Fe} , що сприяє подрібненню зерна, але одночасно знижує пластичність і корозійну стійкість сплаву.

Прототипом пропонованого винаходу вибраний сплав «нордікс» наступного складу, мас. %:

Cu	89
Zn	5
Al	5
Sn	1

опублікований в Розпорядженні Ради ЄС №975/98 від 03.05.1998р. «Про виготовлення і технічні особливості розмінних євромонет», а також в публікаціях: «Wiener Zeitung» від 24.12.2001р. №248; «Литейщик России» №1, 2002р., с.55.

Сплав використовується для виготовлення євромонет номіналом 10, 20 і 50 центів.

З метою ідентифікації монет в торгових автоматах величина питомої електропровідності цього сплаву встановлена в інтервалі $16,4 \pm 0,4\%$ IACS.

Новий монетний сплав обов'язково повинен відрізнятися за характеристиками від євромонет, тому що сплав «нордікс» не дозволяється використовувати для виготовлення монет в країнах, які не належать до Євросоюзу.

В складних двокольорових монетах номіналом 1 і 2 євро для виготовлення елементів жовтого кольору використовують сплав $Cu_{75}Zn_{20}Ni_5$, який має питому електропровідність 14,5% IACS (Розпорядження Ради ЄС №975/98 від 03.05.1998р. «Про виготовлення і технічні особливості розмінних євромонет»).

Сплав, що патентується, відрізняється по характеристиках від аналогів, зокрема по хімічному складу і заданій електропровідності.

(13) C2

(11) 88118

(19) UA

В основу винаходу поставлено завдання розробити сплав на основі міді із питомою електропровідністю в області 18% IACS, що забезпечить упевнене розпізнавання монет або жетонів в різних торгових або інших автоматичних пристроях.

Поставлена мета досягається тим, що сплав із заданою електропровідністю, який включає мідь, цинк, алюміній, олово, згідно з винаходом, додатково містить марганець, а компоненти сплаву знаходяться в наступному співвідношенні, мас. %

цинк	14÷16
алюміній	0,9÷1,1
олово	0,9÷1,1
марганець	0,4÷0,8
мідь	Решта

Цинк розчиняється в міді з утворенням тільки α -фази до 39 мас. %. При розчиненні додатково інших легуючих елементів область α -фази на діаграмі стану системи Cu-Zn-Me звужується (крім випадку розчинення нікелю), що відображається коефіцієнтом еквівалентності даного елемента по відношенню до цинку.

Алюміній має коефіцієнт еквівалентності цинку - 5, підвищує корозійну стійкість в окислювальних умовах та механічні властивості томпаку та латуни, надає виробам з них більш світлого кольору. В той же час алюміній помітно окислюється при виплавці сплавів, утворює окисні плівки та дефекти в зливках і прокатці. Підвищений вміст алюмінію визиває крихкість мідно-цинкових сплавів при холодній деформації. З врахуванням вищенаведеного, доцільно утримувати концентрацію алюмінію на рівні 1-1,5%.

Олово має коефіцієнт еквівалентності цинку - 2, суттєво підвищує корозійну стійкість в морській воді та її парах, підвищує зносостійкість, має добрі технологічні властивості, але дорогий та дефіцитний метал, тому легування оловом здійснюють звичайно до концентрації 1%.

Марганець має добру розчинність в мідно-цинкових сплавах, коефіцієнт еквівалентності цинку всього 0,5, підвищує корозійну стійкість по відношенню до хлоридів, перегрітого пару. При виплавці сплавів легко випаровується, при відпалі утворює на поверхні металу коричневу плівку. Невеликі добавки марганцю не мають помітного впливу на структуру сплавів, але надають їм тьмяного вигляду.

Таким чином, ні один окремо взятий легуючий елемент не забезпечує потрібного комплексу властивостей, тому доцільно застосовувати комплексне легування, дотримуючись умови забезпечення однофазного стану сплавів, що обумовить технологічність при обробці тиском в гарячому та холодному станах, можливість нагартування та легкого відпалу, стабільність властивостей виробів при масовому виробництві, включаючи зносостійкість, корозійну стійкість, карбуємість, електропровідність.

По впливу на зниження електропровідності мідноцинкових сплавів легуючі елементи розміщуються у наступному порядку: Zn-Mg-Ni-Sn-Mn-Al-Fe-Si-P. Виходячи з цього та властивостей елементів доцільно використати легуючий комплекс Sn-Al-Mn або Ni-Al, дотримуючись принципу гранично-

го легування однофазних сплавів. Прототип - сплав «нордікс» має зависоку концентрацію алюмінію і відповідно питому електропровідність нижче заданої.

Склад і співвідношення компонентів, що заявляються, дозволяють стабільно забезпечити питому електропровідність в заданому вузькому інтервалі, високу корозійну стійкість, високу пластичність, отримати золотистий колір виробів. Вміст цинку, алюмінію і олова вибрані такими, щоб забезпечити отримання однофазного твердого розчину α_{Cu} , що забезпечує стабільність властивостей сплаву при багатоетапному виготовленні виробів.

Технологічний процес включає плавку, литво зливків у вигляді смуги, багатократну прокатку з проміжним відпалом, карбування. При кожній операції пластичної деформації або термообробки змінюється структура металу (розміри зерна і морфологія, зернограничні дефекти і т. п.), відповідно змінюється електропровідність, та інші структурно-чутливі властивості. Наявність однофазної структури в зливках дозволяє прогнозувати зміну властивостей при здійсненні технологічних операцій і отримати зрештою значення питомої електропровідності в заданому вузькому інтервалі.

З метою точного регулювання властивостей сплаву, вміст олова і алюмінію завжди витримують на одному рівні з допуском $\pm 0,1\%$, а вміст марганцю варіюють залежно від вмісту цинку, вмісту інших елементів - домішок, приймаючи до уваги інтенсивність впливу марганцю на зниження питомої електропровідності. Враховуючи високу розчинність марганцю в α_{Cu} , введення даного елемента в межах 0,4÷0,8% не впливає на стабільність однофазного стану сплаву.

Хімічний склад і питома електропровідність відомого сплаву №1 і запропонованого №2-5 приведені в таблиці 1. Сплави №6 по №7 не відповідають по складу заявленій формулі винаходу, їх питома електропровідність виходить за встановлені межі.

Порівняльні випробування електропровідності різних сплавів показали, що при вказаних концентраціях елементів досягається потрібний рівень питомої електропровідності. При цьому доцільно обмежувати вміст домішок, сумарна кількість яких не повинна перевищувати 0,5 мас. % (табл. 2).

Відмінними особливостями процесу отримання сплаву є те, що за рахунок підбору шихтових матеріалів, використання флюсів в ході плавки, а також за рахунок рафінування в кінці плавки відомими дегазаторами або магнієм забезпечуємо мінімальну суму домішок.

Технологічний процес складається з наступних етапів:

- плавка сплаву в індукційних печах;
- відливання смуги завтовшки 14-16 мм на установці безперервного литва;
- фрезерування смуги по 0,5 мм з двох сторін;
- холодна прокатка смуги в три проходи до товщини ~ 4 мм;
- відпал смуги в печах із захисним конвертованим газом при температурі 750°C протягом 2 годин;

- холодна прокатка смуги у стрічки завтовшки 1,35÷1,80 мм;

- відпал стрічки в печах з відновлювальною атмосферою при температурі 750°C протягом 2 годин.

- травлення, промивка і сушка стрічки;
- калібрування стрічки і нагартівка до напів-твердого стану HV_{10/30} 120-130 од.

Після плавки, а також після відпалу стрічки проводиться вимірювання питомої електропровід-

ності сплаву, яка повинна бути в межах 17,8±0,4% IACS, а також контроль структури металу. Повинна бути повністю однофазна структура сплаву, HV_{10/30} 70-90 од.

Таким чином, введення до складу сплаву комплексу легуючих елементів: цинку, алюмінію, олова, марганцю дозволяє стабільно забезпечити питому електропровідність в заданому вузькому інтервалі, високу корозійну стійкість і пластичність, а також отримати золотистий колір.

Таблиця 1

Хімічний склад та питома електропровідність сплавів

№ п/п	Хімічний склад, мас. %						Питома електропровідність, % IACS
	Zn	Al	Sn	Mn	Cu	Σ прим.	
1 (аналог)	5	5	1	-	89	0,5	16,4±0,4
2	15,9	1,09	1,02	0,85	ост.	0,42	17,8
3	14,0	0,95	0,98	0,78	ост.	0,43	18,2
4	14,8	0,92	1,08	0,62	ост.	0,48	18,0
5	14,2	1,06	0,94	0,42	ост.	0,45	17,9
6	15,5	0,98	1,02	0,89	ост.	0,38	19,3
7	14,6	1,18	1,05	0,97	ост.	0,47	17,1

Таблиця 2

Хімічний склад сплаву с заданою електропровідністю

Cu	Zn	Sn	Al	Mn	Домішки, не більше мас. %								Σ
					Fe	Si	S	P	Pb	Bi	As	Sb	
ост.	14-16	0,9-1,1	0,9-1,1	0,4-0,8	0,08	0,06	0,008	0,007	0,008	0,004	0,002	0,003	0,5