



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **70447** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
C22C 21/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2011 14368</p> <p>(22) Дата подання заявки: 05.12.2011</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.06.2012</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.06.2012, Бюл.№ 11</p>	<p>(72) Винахідник(и): Широкобокова Наталія Вікторівна (UA), Мітяєв Олександр Анатолійович (UA), Волчок Іван Петрович (UA), Кюрчев Сергій Володимирович (UA), Колодій Олександр Сергійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063 (UA)</p>
--	--

(54) АЛЮМІНІЄВИЙ СПЛАВ

(57) Реферат:

Алюмінієвий сплав містить кремній, мідь, алюміній, залізо, манган та титан.

UA 70447 U

Корисна модель належить до кольорової металургії, точніше до складу сплавів системи алюміній-кремній, які після лазерного оброблення можуть застосовуватися в різних галузях: машинобудуванні, транспорті та інших для виготовлення деталей, які працюють в умовах зношування та кавітаційної ерозії.

5 Відомий ливарний сплав на основі алюмінію [1], що містить (мас. %):

кремній	8,0-12,0
мідь	1,0-2,0
магній	0,05-0,35
манган	0,02-0,50
ітрій	0,01-0,50
стронцій і/або лантан	0,02-0,05
алюміній	решта,

при цьому співвідношення сумарного вмісту ітрію та стронцію і/або лантану до міді складає (0,015-1,0):1.

До недоліків відомого сплаву треба віднести наявність у його складі дефіцитних і коштовних компонентів, а також низьку зносостійкість і кавітаційну стійкість, що значно обмежує області його застосування.

10

Найбільш близьким за хімічним складом і технічною суттю до сплаву, який заявляється, та результатом, що досягається, є ливарний сплав на основі алюмінію (марка АК8МЗ), що містить 7,5...10,0 мас. % кремнію, 2,0...4,5 мас. % міді, домішки: до 0,5 мас. % мангану, до 0,45 мас. % магнію, до 1,2 мас. % цинку, до 0,5 мас. % нікелю, до 0,3 мас. % свинцю + олова [2].

15

Основним недоліком вказаного сплаву АК8МЗ є низька твердість на рівні 700 МПа у литому стані, 900 МПа після термооброблення за режимом Т6 та 1200...1300 МПа після лазерного оброблення, що обумовлює незадовільний рівень зносостійкості при контакт з незакріпленими абразивними частинками, а також в умовах кавітації.

20

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення складу алюмінієвого сплаву, який при подальшому лазерному обробленні поверхні забезпечить отримання поверхневого шару з підвищеними твердістю і здатністю опиратися абразивному та кавітаційному зношуванню.

Вказана задача вирішується тим, що алюмінієвий сплав містить кремній, мідь, алюміній та додатково залізо, манган та титан, при наступному співвідношенні компонентів (мас. %):

кремній	7,5-10,0
мідь	2,0-4,5
залізо	0,75-1,15
манган	0,5-0,8
титан	0,05-0,2
алюміній	решта.

25

Саме сукупність цих компонентів та їх співвідношення при лазерному обробленні поверхні сплаву забезпечують досягнення нового технічного результату - підвищення твердості і, як наслідок, зносостійкості та кавітаційної стійкості, а також довговічності деталей, які з нього виготовлені.

30

Вміст кремнію та міді в сплаві, що заявляється, збережено на рівні вимог найближчого аналогу [2], що забезпечує можливість більш широкого використання вдосконаленого сплаву без зміни технічних умов на різні деталі, які виготовлялися з сплаву АК8МЗ.

Наявність у сплаві 0,75...1,15 % заліза при лазерному обробленні поверхні сприяє утворенню поверхневого шару, який відрізняється дуже високим ступенем гомогенності структури, що складається з високодисперсного пересиченого твердого розчину, в якому достатньо повно розчинені евтектика та інтерметалідні фази.

35

Відомо, що залізо є одним з основних домішкових елементів, що утворює інтерметаліди несприятливої форми, які негативно впливають на механічні та службові властивості алюмінієвих сплавів. У той же час, на сьогоднішній день розроблено значну кількість високоефективних рафінувально-модифікувальних препаратів (наприклад, [3, 4] та інші), які дозволяють нейтралізувати цей негативний вплив.

40

У зв'язку з цим зниження вмісту заліза у сплаві нижче 0,75 мас. % не забезпечить отримання певного ступеня легування поверхневого шару після лазерного оброблення, що призводить до погіршення здатності сплаву опиратися абразивному та кавітаційному зношуванню.

45

Підвищення вмісту заліза більш ніж 1,15 мас. % не є доцільним у зв'язку з погіршенням властивостей сплаву в цілому та зниженню експлуатаційних властивостей поверхневого шару після лазерного оброблення внаслідок пересичення легувальними елементами твердого розчину та його окрихчування.

Наявність у складі сплаву, що заявляється, заліза як легувального елемента, дозволяє значно розширити сферу застосування алюмінієвих сплавів, що отримано на основі вторинної сировини, де залізо є головним негативним елементом, який практично неможливо видалити.

Манган є найбільш ефективним компенсатором шкідливої дії заліза. Він формує розгалужені інтерметалідні фази, які в присутності міді мають склад $Al_{15}(Fe, Mn, Cu)_3Si_2$ (α -фаза). Це забезпечує за рахунок армування структури підвищення міцності, твердості і, як наслідок, зносостійкості та кавітаційної стійкості. Найбільш ефективно зв'язування заліза в α -фазу та зменшення об'ємної частки пластинчастої β - Al_5SiFe фази відбувається при концентрації мангану 0,5...0,8 мас. %.

При вмісті мангану менш 0,5 мас. % процес компенсації шкідливої дії заліза не відбувається повністю, що знижує рівень механічних і службових властивостей. Підвищений вміст мангану більш 0,8 мас. % знижує пластичність, рідинноплинність та окрихчує сплав.

Додаток до складу сплаву 0,05...0,2 мас. % титану забезпечує отримання дрібнодисперсної структури за рахунок утворення у розплаві значної кількості тугоплавких, дрібнодисперсних інтерметалідів $TiAl_3$, які відіграють роль додаткових центрів кристалізації, що сприяє подрібненню зерен α -твердого розчину та підвищенню механічних властивостей сплаву.

Вміст титану менш ніж 0,05 мас. % не забезпечує ефективного подрібнення структурних складових сплаву, що негативно впливає на макро- та мікроструктуру сплаву і його властивості. При вмісті більш ніж 0,2 мас. % титану спостерігається пересичення розплаву цим компонентом і він поводиться себе як шкідлива домішка, при цьому погіршуючи якість сплаву в цілому.

Експериментальне плавлення алюмінієвого сплаву, що заявляється, проводили в камерній печі електричного опору СНЗ-3, в чавунному тиглі під покривним флюсом (62 % NaCl, 13 % KCl, 25 % NaF) в кількості 2 % від маси розплаву. Після розплавлення і нагрівання до $710^\circ \pm 5^\circ C$ сплав обробляли модифікатором [4].

Склад алюмінієвого сплаву, що заявляється, представлено в таблиці 1, та який містить легувальні елементи в кількості, відповідно: нижній границі, що заявляється, відповідає сплав № 2; верхній границі, що заявляється, відповідає сплав № 4; оптимальному складу відповідає сплав № 3; нижче за нижню границю - сплав № 1; вище за верхню границю - сплав № 5.

Для отримання поверхневого шару з підвищеними твердістю і здатністю опиратися абразивному та кавітаційному зношуванню проводили лазерне оброблення на імпульсному лазері "КВАНТ-12" (режим оплавлення поверхні: $\tau = 4$ мс, $\lambda = 0,6943$ мкм, перетин доріжок - 30 %). Порівняння властивостей сплаву, що заявляється, проводили зі сплавом АК8МЗ [2] після лазерного оброблення.

Лазерне оброблення алюмінієвого сплаву, що заявляється, забезпечило отримання гомогенного шару товщиною до 150...200 мкм.

Зносостійкість після лазерного оброблення алюмінієвого сплаву в умовах абразивного зношування незакріпленим абразивом (кварцовий пісок) визначали за втратою маси зразків в процесі випробувань на установці у відповідності ГОСТ 23.208-79 (табл. 2).

Таблица 1

Хімічний склад сплавів

№	Сплав	Вміст легувальних елементів, мас. %					
		Si	Cu	Fe	Mn	Ti	Al
	АК8МЗ (ДСТУ 2839-94, ГОСТ 1583-93)	8,90	3,20	як домішка до 0,40	Як домішка до 0,50	-	решта
1	Запропонований	7,00	1,50	0,50	0,30	0,02	решта
2		7,50	2,00	0,75	0,50	0,05	решта
3		9,70	3,40	1,10	0,70	0,15	решта
4		10,00	4,50	1,15	0,80	0,20	решта
5		10,50	5,00	1,25	0,90	0,25	решта

40

Результати порівняльних досліджень

№	Сплав	Зношування		Кавітаційна стійкість		Мікротвердість Н _μ , МПа
		втрата маси, мг	відносна зносостійкість	втрата маси, мг	відносна стійкість	
	АК8М3 (ДСТУ 2839-94, ГОСТ 1583-93)	29,40	1,00	403	1,00	1235
1	Запропонований	25,60	1,15	350	1,15	1485
2		24,30	1,21	257	1,57	1625
3		22,00	1,34	175	2,30	1670
4		21,20	1,37	184	2,19	1740
5		22,60	1,30	391	1,03	1760

5 Кавітаційну стійкість визначали на установці ударно-струминного типу, яка була розроблена в Запорізькому національному технічному університеті [5] і призначена для прискорених кавітаційно-корозійних випробувань. Середовищем для випробувань був вибраний водний розчин 3 % NaCl + 0,1 % H₂O₂, який імітував морську воду. Показником кавітаційної стійкості була втрата маси зразків за час випробувань (див. табл. 2).

10 Результати досліджень вказують, що після лазерного оброблення алюмінієвий сплав, який заявляється, у порівнянні з відомим, має значно більш високі показники зносо- та кавітаційної стійкості, що робить перспективним його застосування у транспортному машинобудуванні для деталей, які мають контакт з не жорстко закріпленими абразивними частками, а також швидкорухомими рідинними середовищами. При цьому розширюються можливості використання сплавів, що отримано з вторинної сировини.

15 Виходячи з вищевказаного, можна зробити висновок про відповідність критерію "Промислова придатність".

Джерела інформації:

1. Пат. 2577 Україна, МПК С22С21/02. Ливарний сплав на основі алюмінію / Ю.М. Таран-Жовнір, В.В. Гаврілюк, В.П. Герасименко та інш. - № 4861094/SU; Заявлено 21.08.1990. Опубл. 26.12.1994. Бюл. № 5.

20 2. Сплави алюмінієві ливарні. Технічні умови: ДСТУ 2839-94. - [Чинний від 1996-01-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 1996.-109 с - (Національні стандарти України)

3. Пат. 57584А Україна, МКВ С22С1/06. Модифікатор для алюмінієвих сплавів / Волчок І.П., Мітяєв О.А. - № 2002108343; Заявл. 22.10.2002. Опубл. 16.06.2003. Бюл. № 6.

25 4. Пат. 32929 Україна, МПК С22С1/00. Модифікатор для алюмінієвих сплавів / І.П. Волчок, О.А. Мітяєв, О.В. Лютова, Н.В. Широкобокова, В.М. Повзло - № и 200800105; Заявл. 02.01.2008. Опубл. 10.06.2008. Бюл. № 11.

5. Пат. 21413 Україна, МПК G01N17/00. Установка для кавітаційно-корозійних випробувань металів / А.В. Патюпкін - № и 200610208; Заявл. 25.09.2006. Опубл. 15.03.2007. Бюл. № 3.

30 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Алюмінієвий сплав, що містить кремній, мідь, алюміній, який **відрізняється** тим, що додатково містить залізо, манган та титан, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

кремній	7,5-10,0
мідь	2,0-4,5
залізо	0,75-1,15
манган	0,5-0,8
титан	0,05-0,2
алюміній	решта.

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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