



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **111035**

(13) **C2**

(51) МПК

C22C 21/12 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2015 01038**

(22) Дата подання заявки: **10.02.2015**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **10.03.2016**

(41) Публікація відомостей
про заяву: **10.07.2015, Бюл.№ 13**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.03.2016, Бюл.№ 5**

(72) Винахідник(и):

**Березіна Алла Леонідівна (UA),
Монастирська Тетяна Олександрівна
(UA),
Фікссен Владислав Миколайович (UA),
Молебний Олег Анатолійович (UA),
Поліщук Сергій Станіславович (UA)**

(73) Власник(и):

**ІНСТИТУТ МЕТАЛОФІЗИКИ ІМ. Г.В.
КУРДЮМОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ,
бул. Вернадського, 36, м. Київ-142, 03680
(UA),
ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ,
бул. Вернадського, 34/1, м. Київ-142, 03680
(UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

**UA 21906 C1, 30.04.1998
SU 142434 A1, 1961, БИ №21
GB 534623 A, 26.08.1940
JP 2004002947 A, 08.01.2004
JP S60138040 A, 22.07.1985
RU 2447174 C1, 10.04.2012**

(54) ВИСОКОМІЦНИЙ НЕТОКСИЧНИЙ ЛИВАРНИЙ АЛЮМІНІЄВИЙ СПЛАВ

(57) Реферат:

Винахід належить до металургії, зокрема до ливарних алюмінієвих сплавів, і може бути використаний в авіабудуванні, машинобудуванні, приладобудуванні, електротехніці. Заявлено високоміцний нетоксичний ливарний алюмінієвий сплав, що містить, мас. %: мідь - 4,0-5,2, марганець - 0,35-0,8, титан - 0,15-0,35, олово - 0,1-0,2, алюміній - решта.

UA 111035 C2

Винахід належить до металургії, зокрема до ливарних алюмінієвих сплавів, і може бути використаний в авіабудуванні, машинобудуванні, приладобудуванні, електротехніці.

Високоміцні ливарні алюмінієві сплави, що містять мідь, застосовуються для виготовлення: відповідальних деталей машин та механізмів, характеристики міцності яких близькі до властивостей штамповок, великогабаритних виливків, які працюють в умовах підвищених статичних і ударних навантажень при температурах до 300 °С. Конкурентоздатність зазначених сплавів певною мірою визначається більш сприятливим поєднанням їх ливарних та експлуатаційних властивостей, в порівнянні із сплавами на основі Al-Zn-Mg (наприклад, сплав марки Aircast 67 (виробник - США), сплав марки ВАЛ 12 (виробник - Росія)).

Відомий високоміцний ливарний сплав на основі алюмінію марки А 201 (Light Alloys: From Traditional Alloys to Nanocrystals / 4th Edition by Ian Polmear, ELSEVIER, 2006, p. 212), що містить, мас. %:

мідь (Cu)	4,0-5,2
марганець (Mn)	0,20-0,50
титан (Ti)	0,15-0,35
магній (Mg)	0,15-0,55
срібло (Ag)	0,40-1,0
кремній (Si)	0,10
залізо (Fe)	0,15
алюміній (Al)	решта.

Висока міцність сплаву забезпечується наявністю срібла, яке сприяє заміні зміцнюючої θ' фази на високоміцну пластинчасту високодисперсну ω фазу, яка утворюється по площині (111).

Недоліком відомого сплаву є низький рівень ливарних властивостей: погана рідинотекучість та схильність до утворення гарячих тріщин при достатньо високому рівні характеристик міцності та пластичності. Також недоліком відомого сплаву є присутність срібла, що істотно збільшує ціну сплаву.

Відомий високоміцний ливарний сплав на основі алюмінію марки ВАЛ 14 (Авиационные материалы и технологии // Научно-технический сборник под редакцией Е.Н. Каблова, Москва - 2002, с. 67), що містить, мас. %:

мідь (Cu)	4,5-5,0
марганець (Mn)	0,50-0,90
титан (Ti)	0,15-0,35
кадмій (Cd)	0,04-0,12
цирконій (Zr)	0,05-0,25
магній (Mg)	$\leq 0,05$
залізо (Fe)	$\leq 0,15$
кремній (Si)	$\leq 0,20$
алюміній (Al)	решта.

Легування сплаву марки ВАЛ 14 малими домішками кадмію та цирконію забезпечує достатньо високі показники міцності, пластичності та значну корозійну стійкість сплаву.

Недоліком відомого сплаву є те, що він має не достатньо високий рівень ливарних властивостей. Крім того, кадмій - один з найбільш токсичних важких металів, віднесений до 2-го класу небезпеки - «високонебезпечні речовини». Тому сплав марки ВАЛ 14 - екологічно небезпечний.

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, що досягається, до сплаву, що заявляється, є високоміцний ливарний алюмінієвий сплав марки ВАЛ 10 (ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминевые литейные. Технические условия, с. 30), що містить, мас. %:

мідь (Cu)	4,5-4,9
марганець (Mn)	0,35-0,8
титан (Ti)	0,15-0,35
кадмій (Cd)	0,07-0,25
магній (Mg)	$\leq 0,05$
залізо (Fe)	$\leq 0,15$
кремній (Si)	$\leq 0,20$
алюміній (Al)	решта.

Високі характеристики міцності сплаву забезпечуються за рахунок додаткового легування його кадмієм, який прискорює процеси зародкоутворення зміцнюючої θ' фази і уповільнює процеси коалесценції.

Недоліками відомого сплаву є: недостатньо високий рівень ливарних властивостей, а також наявність в його складі екологічно небезпечного кадмію.

В основу винаходу поставлено задачу розробити високоміцний нетоксичний ливарний алюмінієвий сплав шляхом додаткового введення до його складу олова, за рахунок чого забезпечується підвищення рівня механічних та ливарних властивостей сплаву при нетоксичності його складових.

5 Поставлена задача вирішується тим, що в високоміцний нетоксичний ливарний алюмінієвий сплав, згідно з винаходом, додатково вводять олово при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

мідь (Cu)	4,0 - 5,2
марганець (Mn)	0,35 - 0,8
титан (Ti)	0,15 - 0,35
олово (Sn)	0,1 - 0,2
алюміній (Al)	решта.

Запропонований сплав перевіряли наступним чином. Зразки сплаву виготовляли плавкою в електричній печі опору. Склад виплавлених сплавів наведено в таблиці 1. Для усунення внутрішньокристалічної ліквідації, що виникає під час дендритної кристалізації, проводили високотемпературний відпал (гомогенізацію) за двоступінчатим режимом: відпал при температурі 510 °С протягом 2 годин та при температурі 530 °С протягом 10 годин, що дозволило запобігти оплавленню по границях зерен матриці. Надалі зразки сплаву загартувували у воду від температури гомогенізації і проводили старіння при температурі 190 °С протягом 10 годин.

Механічні властивості зразків сплаву визначали при випробуваннях на розтяг за допомогою універсальної машини УМР-5 при швидкості 1 мм/хв. (ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение.). Ливарні властивості отриманих зразків сплаву досліджували за допомогою комплексної проби за схемою Нехендзі-Купцова (Нехендзі Ю.А., Купцов И.В. Комплексная проба для определения литейных свойств сплавов. Л.: -1967. - 42 с.). Механічні та ливарні властивості виплавлених сплавів наведено в таблиці 2.

Наявність олова в сплаві сприяє зміні характеру ліквідації в ньому, усуненню дендритного характеру кристалізації, модифікації кінетики розпаду пересиченого твердого розчину, забезпечуючи високу щільність виділення зміцнюючих частинок θ' фази і уповільнення їх коалесценції, що сприяє підвищенню характеристик міцності сплаву, зростанню рідинотекучості і запобіганню утворенню гарячих тріщин у ньому.

При введенні олова менше 0,1 мас. % міцність сплаву знижується, оскільки його вміст є недостатнім для утворення необхідної об'ємної долі дисперсної зміцнюючої θ' фази. При вмісті олова більше 0,2 мас. % підвищується крихкість сплаву за рахунок виділення надлишкової стабільної фази Al_2Cu на дефектах, присутніх в матриці, та по границях зерен.

Згідно з результатами вимірювання механічних властивостей (таблиця 2), сплав, що заявляється (сплави 7, 8), в порівнянні з найближчим аналогом, демонструє підвищення межі текучості на 50 %, межі міцності на 15 %. Пластичність в сплаві зберігається на рівні 5 %.

Результати вимірювання ливарних властивостей запропонованого сплаву, в порівнянні з найближчим аналогом (таблиця 2), свідчать про низьку схильність до утворення гарячих тріщин.

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

Таблиця 1

Хімічний склад виплавлених сплавів

№ сплаву	Вміст елементів, мас. %									
	Cu	Mn	Ti	Cd	Zr	Sc	Ta	Er	Sn	Al
1	4,63	0,42	0,19	-	-	-	-	-	-	решта
2	4,63	0,42	0,19	-	0,15	-	-	-	-	решта
3	4,63	0,42	0,19	-	0,15	0,3	-	-	-	решта
4	4,63	0,42	0,19	-	-	-	0,83	-	-	решта
5	4,63	0,42	0,19	-	-	-	-	0,2	-	решта
6	4,63	0,42	0,19	-	-	-	-	-	0,05	решта
7	4,63	0,42	0,19	-	-	-	-	-	0,1	решта
8	4,63	0,42	0,19	-	-	-	-	-	0,2	решта
9	4,63	0,42	0,19	-	-	-	-	-	0,3	решта
10 (найближчий аналог)	4,63	0,42	0,19	0,2	-	-	-	-	-	решта

Механічні та ливарні властивості сплавів

№ сплаву	Межа міцності, σ_B , МПа	Межа текучості, σ_T , МПа	Відносне подовження, δ , %	Рідинотекучіст ь, мм	Ураження тріщинами, мм
1	400	270	7	-	-
2	415	270	13	243,0	0
3	374	340	6,5	264,8	0
4	401	260	13,7	-	-
5	352	250	5,6	-	-
6	397	380	1,2	229,0	0
7	452	389	5,0	231,1	0
8	463	401	5,5	231,7	0
9	455	407	2,2	232,0	0
10 (найближчий аналог)	420	294	10	225,6	0,4

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 5 Високоміцний нетоксичний ливарний алюмінієвий сплав, що містить мідь, марганець, титан, алюміній, який **відрізняється** тим, що він додатково містить олово при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

мідь	4,0-5,2
марганець	0,35-0,8
титан	0,15-0,35
олово	0,1-0,2
алюміній	решта.

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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

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