



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 59269

(13) A

(51) 7 C22C21/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЛИВАРНИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЮ

1

2

(21) 20021210423

(22) 23 12 2002

(24) 15 08 200

(46) 15 08 2003, Бюл. № 8, 2003 р.

(72) Куцова Валентина Зиновівна, Швець Олександр Володимирович, Котова Тетяна Володимирівна, Аюпова Тетяна Анатоліївна, Ароньова Наталія Олександрівна

(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ

(57) Ливарний сплав на основі алюмінію, що містить магній, кремній, залізо, мідь, марганець, який відрізняється тим, що додатково містить

стронцій та порошок тугоплавкого сполучення карбонітриду титану при такому співвідношенні компонентів, мас. %

магній	5,1-5,4
кремній	1,7-1,8
залізо	0,4-0,6
мідь	0,5-0,6
марганець	0,3-0,35
стронцій	0,04-0,06
дисперсний порошок карбонітриду титану	0,04-0,06
алюміній	основа

Винахід належить до кольорової металургії, зокрема до сплавів на основі алюмінію, та його можна використовувати у машинобудуванні для виготовлення деталей складної конфігурації (деталь « корпус »).

Найбільш близьким по технічній суті сплаву, який заявляється, та результату, що досягається, є ливарний сплав на основі алюмінію (патент UA № 33511 А, МПК 6С 22С 21/04, бюл. № 1, 2002), що містить, мас. %

Кремній	5,0 - 6,0
Магній	2,5 - 3,5
Марганець	0,6 - 1,0
Мідь	0,2 - 0,4
Титан	0,05 - 0,1
Цинк	0,1 - 0,3
Нікель	0,01 - 0,05
Залізо	0,5 - 1,0
Алюміній	основа

Відомий сплав має відносно невисокі механічні властивості: межа міцності при кімнатній температурі $\sigma_{0,2}^{20^\circ\text{C}}$ (МПа) дорівнює 160 - 169, відносна подовження $\delta^{20^\circ\text{C}}$ (%) дорівнює 0,8 - 1,2, твердість (НВ) дорівнює 653 - 655, а також задовільні ливарні властивості.

До основи винаходу поставлена задача вдосконалення складу ливарного сплаву на основі алюмінію шляхом змінення якісного та кількісного складу основних компонентів: кремнію, магнію,

міді, марганцю, заліза, та додаткового мікролегуювання стронцієм та тонкодисперсним порошком тугоплавкого сполучення карбонітрида титану, що приводить до підвищення механічних властивостей при збереженні ливарних властивостей.

Вказана задача вирішується тим, що відомий ливарний сплав на основі алюмінію містить магній, кремній, залізо, мідь, марганець, та додатково стронцій та тонкодисперсний порошок карбонітрида титану при наступному співвідношенні, мас. %

Магній	5,1 - 5,4
Кремній	1,7 - 1,8
Залізо	0,4 - 0,6
Мідь	0,5 - 0,6
Марганець	0,3 - 0,35
Стронцій	0,04 - 0,06
Дисперсний порошок карбонітрида титану	0,04 - 0,06
Алюміній	основа

Виходячи з інформації, яку мають автори, сукупність ознак, що характеризує сутність винаходу, невідомо на рівні техніки.

Ознакою, спільною для сплаву, що заявляється, та прототипу є наявність магнію, кремнію, заліза, міді, марганцю.

Ознакою, що відрізняє сплав, який заявляється, є наявність у сплаві стронцію та порошку карбонітрида титану.

Межа легуючих елементів вибиралася, виходячи із загальної композиції сплаву.

(13) A

(11) 59269

(19) UA

Магній суттєво впливає на міцність алюмінію. Кожний відсоток по масі підвищує міцність алюмінію на 30 МПа. Відносно подовження зберігається високим до 6% по масі. Вміст у сплаві магнію нижче 5,1% знижує межу міцності та корозійну стійкість. Коли вміст магнію вище 5,4%, сплав стає схильним до корозії під напруженням. Утворюються великі, грубі кристали інтерметалідів Mg_2Si та Al_3Mg , що спричиняє крихкості сплаву.

Кремній підвищує рідинотекучість та механічні властивості. Кремній розчиняється у твердому розчині на основі алюмінію, та утворює інтерметалід Mg_2Si . Це сприяє підвищенню міцності та твердості. Якщо вміст кремнію у сплаві нижче 1,7%, утворюється мала кількість інтерметаліда Mg_2Si , та зміцнення незначне. Коли вміст кремнію вище 1,8%, утворюються великі, грубі інтерметаліди $AlFeSi$, що спричиняє крихкості сплаву.

Марганець компенсує шкідливий вплив заліза (запобігає зниженню пластичності). Вміст марганцю 0,3 - 0,35% сприяє отриманню інтерметалідів на основі заліза сприятливої форми.

Мідь підвищує механічні властивості, корозійну стійкість. Коли вміст міді у сплаві 0,5 - 0,6%, мідь повністю розчиняється у твердому розчині та підвищує міцність сплаву.

Вміст у сплаві заліза звичайно не перевищує 0,6%. Суттєвий вплив на структуру та властивості це учинити не може, але фази, що містять залізо, мають грубокристалічну будову. Це погіршує механічні властивості (особливо пластичність). Якщо вміст заліза вище 0,6%, знижується корозійна стійкість, межа міцності, відносно подовження.

Найбільш ефективним впливом на механічні властивості матеріалу є сумісне модифікування 0,05% Sr та 0,05% TiCN. У результаті модифікування формується структура з високою ступінню кооперативності евтектики та переважаюче округлими границями у каркасі фази Mg_2Si , що сприятливо впливає на механічні властивості матеріалу.

Сутність винаходу, що заявляється, не виходить явним образом із відомого авторам рівня техніки. Сукупність ознак, що характеризує відоме рішення, не забезпечує досягнення нових властивостей, та тільки наявність перерахованих ознак, що відрізняють сплав, дає змогу отримати новий.

Експериментальний сплав у лабораторних умовах виплавляли у тигельній електропечі типу СШОЛ-11,6/12-М3 у алундових тиглях.

Як шихтові матеріали використовували сплав Амг6 (ГОСТ 4784-74), А1 марки ЧДА, магній марки МГ95 (ГОСТ 804-72), лігатуру А1+10%Mn, чисту електролітичну мідь та напівпровідниковий кремній. Для модифікування А1 експериментального сплава використовували лігатуру А1+4%Sr та тонкодисперсний порошок TiCN, одержаний середньотемпературним плазмохімічним методом при 5500 - 7000°C у потоці азотної плазми.

Сплав виготовляли методом сплавлення основних компонентів. Лігатуру А1+4%Sr вводили за 25 - 30, а порошок TiCN за 5 - 7 хвилин до закінчення плавки при температурі 750°C. Розплав витримували після модифікування, ретельно перемішували, та охолоджували з різними швидкостями з пічкою у графітовому тиглі (~0,01K/c), у мідній ізложниці у формі клина (~10 -

10³K/c), та в циліндричній ізложниці із чавуну (~100K/c).

У промислових умовах сплав виплавляли у газовій печі типу САН ємкістю 1т по технології, що прийнята на ВО "ПМЗ".

Як вихідні матеріали для виготовлення сплаву використовували відходи сплаву Амг6 (ГОСТ 4784-74), який після плавки містить, мас. %

Магній	5,8 - 6,8
Марганець	0,5 - 0,8
Титан	0,02 - 0,1
Алюміній	основа

Лігатура А1+3%Si (виготовлена по інструкції 0-196-57), лігатура А1-Cu (виготовлена по інструкції 102 25270 00 285). Хімічний склад лігатури: Cu - 50%, Fe - 1 5%, Al - основа, лігатура Al-Ti (виготовлена по інструкції 0-322-62). Хімічний склад лігатури: Fe - 0 2%, Mn - 0 3%, Si - 0 3%, Al - основа, лігатура Al-Mn (виготовлена по інструкції 0-52-53). Хімічний склад лігатури: Mn - 8 - 12%, Fe ≤ 0 2%, Cu ≤ 0 3%, Si < 2%, Al - основа.

Рафінування сплаву здійснювали введенням гексахлоретану C_2Cl_6 . Для зниження загального газовмісту тигель з розплавом помістили в роздаточну піч та піддавали вакуумуванню при температурі 700 - 730°C на протязі півгодини.

Модифікування сплаву проводили спеціальним дзвоником з механічним перемішуванням модифікатору в розплав. Кристалізацію сплаву проводили в формах з різним тепловим опором, моделюючи швидкість охолодження, що реалізувалось у реальних відливках. Заливка проводилась у сталений кокиль та пісчану форму.

Механічні властивості, межа міцності при кімнатній температурі $\sigma_{B}^{20^{\circ}C}$ (МПа) та відносно подовження $\delta^{20^{\circ}C}$ (%) визначали по ГОСТ 1147-84 на стандартних зразках (d = 5мм) на вертикальній розривній машині FM-1000 по ГОСТ 1497-84.

Твердість сплавів (НВ) вимірювали по ГОСТ 9012-59 на твердомірі Брінель моделі ТШ-2М при кімнатній температурі вдавленням кулі діаметром 10мм при навантаженні 1000кГс на протязі 30 секунд.

Рідинотекучість вимірювали по прутковій та спіральній пробам (Курдюмов А В, Пікунов М В, Чурсин В М, Бибинов Е М. Производство отливок из цветных металлов и сплавов — М. Металлургия, 1986 — 416с). Погіршність вимірів - 5%.

Лнійну усадку визначали на приладі Большакова (Колобнев И Ф, Крымов В В, Мельников А В. Справочник литейщика. Цветное литье из легких сплавов — М. Машиностроение 1974 — 416 с). Погіршність вимірів - 3%.

Схильність до утворення гарячих тріщин вимірювали по пробі ВІАМ (Курдюмов А В, Пікунов М В, Чурсин В М, Бибинов Е М. Производство отливок из цветных металлов и сплавов — М. Металлургия, 1986 — 416с). При проведенні експериментів тріщини не були виявлені.

Випробування на корозійну стійкість проводили шляхом витримки зразків у розчині 3% хлористого натрію з добавкою перекису водню 0 1% H_2O_2 . Корозійну стійкість оцінювали по швидкості корозії ($mg/m^2 \cdot g$), яку визначали зміненням маси зразка по часу.

Досягнення більш високого технічного результату

тату при використанні сплаву, який заявляється, пропонується в порівнянні зі сплавом - прототипом, що підтверджується підвищенням межі міцності при кімнатній температурі ($\sigma_{\text{в}}^{20^{\circ}\text{C}}$) в 1,3р, відносного подовження при кімнатній температурі $\delta^{20^{\circ}\text{C}}$ в 1,7р, твердості (НВ) в 1,3р

Хімічний склад сплава, який заявляється, та

відомого наведен у табл 1, їх властивості у табл 2

Винахід, що заявляється, засновується на теоретичних розрахунках, що підтверджено експериментальними даними, може бути багаторазово відтворений у виробництві

Таблиця 1

Хімічний склад (мас %)	Відомий сплав Патент UA № 33511A	Сплав, що заявляється				
		1	2	3	4	5
Mg	2 5 - 3 5	4 8	5 1	5 3	5 4	5 7
Si	5 - 6	1 6	1 7	1 75	1 8	1 9
Cu	0 2 - 0 4	0 4	0 5	0 55	0 6	0 7
Mn	0 6 - 1 0	0 25	0 3	0 32	0 55	0 4
Fe	0 5 - 1 0	0 3	0 4	0 5	0 6	0 7
Sr	-	0 03	0 04	0 05	0 06	0 07
TiCN	-	0 03	0 04	0 05	0 06	0 07
Ti	0 05 - 0 1	-	-	-	-	-
Zn	0 1 - 0 3	-	-	-	-	-
Ni	0 01 - 0 05	-	-	-	-	-
Al	основа	основа	основа	основа	основа	основа

Таблиця 2

Найменування технічних та експлуатаційних властивостей, та їх розмірність	Відомий сплав Патент UA № 33511A	Приклади сплаву, що заявляється				
		1	2	3	4	5
Межа міцності при 20°C, $\sigma_{\text{в}}^{20^{\circ}\text{C}}$, МПа	160 - 170	190	210	230	220	180
Відносне подовження при 20°C, $\delta^{20^{\circ}\text{C}}$, %	0,8 - 1 2	1,5	2,0	1,9	1,7	1,4
Твердість НВ при 20°C	653 - 656	880	878	880	879	860
Рідинотекучість	пруткова проба, мм	345 - 350	345	347	348	350
	спірально проба, мм	747 - 750	747	748	750	749
Лнійна усадка, %	1,2 - 1,23	1,2	1,2	1,23	1,22	1,2
Швидкість корозії, К, мг/м ² · г	80 - 100	75	75	70	80	90