



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 58306

(13) A

(51) 7 C22C21/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ВИСОКОМІЦНИЙ ЛИВАРНИЙ АЛЮМІНІЄВИЙ СПЛАВ

1

2

(21) 2002119327

(22) 22 11 2002

(24) 15 07 2003

(46) 15 07 2003, Бюл. № 7, 2003 р.

(72) Гзовський Костянтин Юрійович, Бялик Олег Михайлович, Доній Олександр Миколайович, Голуб Лариса Васильовна, Ласковець Вікторія Валеріївна

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Сплав на основі алюмінію, що містить мідь, марганець, титан, кадмій, який відрізняється тим, що він додатково містить вуглець при наступному співвідношенні компонентів, мас. %

мідь	4,2-5,5
марганець	0,35-0,8
титан	0,05-0,5
кремній	0,03-0,15
кадмій	0,1-0,25
вуглець	0,001-0,035
алюміній	решта

Винахід відноситься до області техніки і може бути застосовано як матеріал для виготовлення конструкцій, або їх елементів, деталей машин та механізмів.

Відомий сплав того ж призначення АМ4,5Кд (див. ДСТУ-2839-94, Ливарні алюмінієві сплави, - 1995, - 34с), який містить (в мас. %)

Мідь	4,3-4,9%
Марганець	0,35-0,6%
Титан	0,05-0,35%
Кадмій	0,1-0,25%
Кремній	до 0,05%
Магній	до 0,03%

Недоліком даного сплаву є низький рівень технологічних властивостей, а саме, схильність до утворення гарячих та холодних тріщин при виливанні та зниження рівня механічних властивостей, що особливо проявляється при литті в металеві форми, або при литві тонкостінних виробів.

В якості прототипу прийнято сплав (див. Ливарне виробництво 1994 №7 С 55-58), який містить

Мідь	4,3-4,9%
Марганець	0,35-0,6%
Титан	0,05-0,35%
Кадмій	0,1-0,25%
Цирконій	0,05-0,3%
Кремній	до 0,05%
Магній	до 0,03%

Недоліком даного сплаву є низький рівень технологічних властивостей, а саме, схильність до

утворення гарячих та холодних тріщин при виливанні та зниження рівня механічних властивостей та їх нестабільність, що особливо проявляється при литті в металеві форми, або при литві тонкостінних виробів, а також те, що введення цирконію значно підвищує вартість сплаву. Висока схильність цього сплаву до утворення гарячих та холодних тріщин, зниження рівня механічних властивостей та їх нестабільність, особливо при литті в металеві форми, пов'язана з високою хімічною спорідненістю між цирконієм та міддю. Внаслідок чого цирконій з міддю утворює інтерметаліди, що містять цирконій та мідь, які за умов прискореного охолодження розплаву, не встигають розчинитися під час перитектичних реакцій, внаслідок чого вміст міді та цирконію в твердому розчині знижується, що стає причиною зниження рівня механічних властивостей сплаву та їх нестабільності.

В основу даного винаходу покладена задача підвищення рівня технологічних та механічних властивостей сплаву при литві останнього в металеві форми, шляхом введення до його складу вуглецю в концентраційному діапазоні від 0,001 до 0,035 по масі, що забезпечує отримання складних за формою виливків з високоміцного сплаву АМ4,5Кд без гарячих та холодних тріщин, при литті виливків в металеві форми з стабільними механічними властивостями на рівні ДСТУ 2839-94.

Поставлена задача виконується тим, що в

(13) A

(11) 58306

(19) UA

сплави на основі алюмінію, що містить мідь, марганець, титан, кадмій, новим є те, що він додатково містить вуглець, при наступному співвідношенні компонентів, мас %

Мідь	4,2-5,5
Марганець	0,35-0,8
Титан	0,05-0,5
Кремній	0,03-0,15
Кадмій	0,1-0,25
Вуглець	0,001-0,035
Алюміній	інше

Введення вуглецю діапазоні від 0,001 до 0,035 по масі, забезпечує збільшення кількості активних центрів росту  $\alpha$  - твердого розчину, за рахунок утворення стійких зародкових фаз в розплаві сплаву типу TiC, TiAlC та метастабільних кластерних угруповань, що містять вуглець титан та алюміній, змінює характер взаємодії компонентів в розплаві за рахунок макролегуювання вуглецем. Це призводить до руйнування міжатомних зв'язків між титаном та міддю в розплаві та утворення зв'язків між титаном, вуглецем та алюмінієм. Внаслідок зміни характеру взаємодії легуючих компонентів в розплаві він наближується до твердого, що виявляється в зменшенні температурних коливань в період охолодження та нагрівання розплаву, твердіння та плавлення твердого розчину та утворенні однорідної, дрібної рівноосної структури комірчасто-дендритного типу без включень грубих інтерметалічних фаз не розчинних при термічній обробці. Внаслідок утворення дрібної рівноосної структури виливків має можливість компенсувати усадкові напруження за рахунок рідкої фази, яка відділяє кристали та підживлює виливків з надливу, внаслідок чого, створюються умови для отримання складних за формою виливків з високоміцного сплаву без гарячих та холодних тріщин, при литті виливків в металеві форми з стабільними механічними властивостями на рівні ДСТУ 2839-94

Вплив мікролегуювання вуглецем на технологічні та механічні властивості сплаву, що пропонується представлено в таблиці

Приклад виконання плавки сплаву проводились в печі опору, в графітошамотному типлі. Як вихідна шихта використовувався сплав AM4,5Kd (див ДСТУ 2839-94) наступного складу

Мідь	4,5%
Марганець	0,6%
Титан	0,22%
Кадмій	0,15%
Кремній	0,05%
Магній	0,03%

Після розплавлення сплаву в нього вводили лігатуру, що містить вуглець та титан. Після введення лігатури розплав перемішували графітовою мішалкою, витримували 5 хвилин в температурному інтервалі 700-740°C та розливали на стандартні (згідно ДСТУ 1583-89) зразки для механічних випробувань на розрив. Литво зразків для механічних випробувань проводили в підігріту до температури 200°C стандартну металічну форму, діаметр робочої частини зразків 12мм.

Термічну обробку сплавів здійснювали у печі опору, в якій встановлено перемішувач атмосфери.

Механічні властивості визначали на зразках, відлитих у кокиль відповідно до вимог ДСТУ 1583-89. Випробування механічних властивостей проводились на розривній машині TIRA-TEST за стандартними методиками.

Кількість вуглецю у складі сплаву визначали за допомогою вакуумного спектрального аналізу.

Як видно з даних представлених в таблиці, результати випробувань наведені у 2, 3, 4 прикладах досягається вищий рівень технологічних (зниження схильності до утворення тріщин) та механічних (межа міцності при розтягуванні, твердість, відносне подовження) властивостей. У прототипу та у сплавів, що знаходяться за діапазоном сплаву, що заявляється, технологічні та механічні властивості мають нижчий рівень.

Це підтверджує забезпечення отримання складних за формою виливків з високоміцного сплаву AM4,5Kd без гарячих та холодних тріщин, прилитті виливків в металеві форми з стабільними механічними властивостями на рівні ДСТУ 2839-94.

Даний сплав може бути використаний для виготовлення конструкцій, або їх елементів, деталей машин та механізмів, а саме корпусів пінків та ракет в промислових масштабах.

Таблиця

Хімічний склад, Механічні властивості	Прото- тип (мас %)	За межами сплаву, що заявля- ється	Сплав, що пропонується (мас %)					За межами сплаву, що заявля- ється
			1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cu	4,5-4,9	4,3	4,4	4,8	4,9	5,0	5,5	5,9
Mn	0,35-0,6	0,2	0,2	0,38	0,45	0,5	0,8	1,0
Ti	0,05-0,3	0,04	0,1	0,25	0,20	0,3	0,5	0,6
Cd	0,1-0,2	0,05	0,1	0,12	0,17	0,2	0,25	0,3
Si	0,03-0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,045	0,03	0,08

продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	-	0,0009	0,001	0,015	0,02	0,025	0,035	0,04
AI	залишок	залишок	залишок	залишок	залишок	залишок	залишок	залишок
Межа міцності, при 20°C, $\sigma_B$ МПа, після термічної обробки (T5)	220-306	297	362	424	435	426	387	330
Відносне подовження $\delta$ , %, після термічної обробки (T5)	3,6	3,8	4,8	5,9	7,6	6,7	5,4	4,3
Твердість HRB	48-56	55	62	72	78	73	67	59
Кількість тріщин в 10 литих зразках для механічних випробувань, литих в металеву форму	20	15	3	0	0	0	4	12