



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **44920** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
C22C 23/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) ЖАРОМІЦНИЙ ЛИВАРНИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ МАГНІЮ З ПІДВИЩЕНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

1

2

(21) u200902838

(22) 26.03.2009

(24) 26.10.2009

(46) 26.10.2009, Бюл.№ 20, 2009 р.

(72) ШАЛОМЄЄВ ВАДИМ АНАТОЛІЙОВИЧ, ЦИВІ-  
РКО ЕДУАРД ІВАНОВИЧ

(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Жароміцний ливарний сплав на основі магнію  
з підвищеними властивостями, що містить цирко-  
ній, неодим, цинк, скандій і магній, який відрізня-

ється тим, що додатково містить германій і гаф-  
ній, при наступному співвідношенні компонентів,  
мас. %:

цирконій	0,4-1,0
неодим	2,2-2,8
цинк	0,1-0,7
скандій	0,2-0,8
германій	0,01-1,0
гафній	0,01-1,0
магній	решта.

Корисна модель відноситься до області вишу-  
кування ливарних сплавів на основі магнію, які  
використовуються для виготовлення деталей при-  
ладів, машин і апаратів.

Відомий сплав [1] на основі магнію що містить,

цирконій	0,4-1,0
неодим	2,2-2,8
цинк	0,1-0,7
магній	решта.

Істотним недоліком цього сплаву є низькі пока-  
зники тривалої міцності при підвищених темпера-  
турах.

Відомий так само сплав [2], який обрано за  
прототип, що містить, мас. %:

цирконій	0,4-1,0
неодим	2,2-2,8
цинк	0,1-0,7
скандій	0,2-0,8
магній	решта.

До недоліків даного сплаву належить недоста-  
тність необхідного рівня тривалої міцності при під-  
вищених температурах, а також міцності і пласти-  
чності.

В основу корисної моделі поставлено завдан-  
ня розробки жароміцного ливарного сплаву на  
основі магнію з високими показниками тривалої  
міцності при підвищених температурах, а також  
міцності і пластичності.

Поставлене завдання досягається тим, що  
жароміцний ливарний сплав на основі магнію з  
підвищеними властивостями, що містить цирконій,  
неодим, цинк, скандій і магній, який відрізняється  
тим, що додатково містить германій і гафній, при  
наступнім співвідношенні компонентів, мас. %:

цирконій	0,4-1,0
неодим	2,2-2,8
цинк	0,1-0,7
скандій	0,2-0,8
германій	0,01-1,0
гафній	0,01-1,0
магній	решта.

Саме сукупність цих компонентів та їх співвід-  
ношення забезпечують досягнення нового техніч-  
ного результату - отримання жароміцного ливар-  
ного сплаву на основі магнію, що має підвищену  
тривалу міцність, а також високі показники міцності  
і пластичності.

Досягається це тим, що при вмісту германію  
0,01...1,0% і гафнію 0,01...1,0% відбувається мік-  
ролегування металевої матриці сплаву германієм і  
гафнієм, які мають високу температуру плавлення  
і тим самим підвищують жароміцність і міцність  
магнієвого сплаву. При цьому відбувається значне  
подрібнювання зерна магнієвого сплаву, пов'яза-  
не, по-перше, з утвором при охолодженні розплаву  
й при переході через зазвтектичну криву ліквідусу  
великого числа дуже дрібних первинних кристалів  
гафнію, які служать додатковими центрами крис-

(13) **U**  
(11) **44920**  
(19) **UA**

талізації, по-друге, з виникненням дрібнодисперсних тугоплавких інтерметалідів  $\text{GeMg}_2$ , які додатково збільшують число центрів кристалізації і ще більше здрібнюють литу структуру, що позитивно позначається на пластичних властивостях і тривалій міцності при підвищених температурах сплаву.

Таким чином, нові ознаки при взаємодії з відомими ознаками забезпечують виявлення нових технічних властивостей - розроблено жароміцний ливарний сплав на основі магнію з підвищеними властивостями, що забезпечує його високими показниками тривалої міцності при підвищених температурах та високими показниками міцності і пластичності.

Це забезпечує усій заявленій сукупності ознак відповідності критерію «новизна» та приводить до нових технічних результатів.

Аналоги, які містять ознаки, що відрізняються від прототипу, не знайдені, рішення явним чином не впливає з рівня техніки. Виходячи з вищевикладеного можна зробити висновок, що запропоноване технічне рішення задовольняє критерію "Винахідницький рівень".

Для експериментальної перевірки сплав пропонуваного складу й аналога виплавляли в індукційній тигельній печі типу ІПМ-500, рафінування розплаву флюсом ВІ-2 проводили в роздавальній печі. З готового розплаву заливали литі зразки для одержання складу аналога, потім готовий розплав порційно відбирали розливними ложками, у які вводили зростаючі присадки лігатур  $\text{Mg-20\% Ge}$  і  $\text{Mg-6\% Hf}$ . Отриманий метал з різними варіантами присадок також заливали в пісчано-глинясту форму для одержання литих зразків за ДСТ 2839-94 і вивчення їх механічних властивостей. Тривалу міцність ( $\sigma$ ) при температурі  $250^\circ\text{C}$  визначали на розривній машині АИМА 5-2 на зразках діаметром 5 мм за ГОСТ 10145-81.

Зразки для визначення механічних властивостей досліджуваних сплавів піддавали термічній обробці по режиму Т6.

Аналіз результатів механічних властивостей досліджуваних сплавів показав, що в запропонованому сплаві при вмісті германію менш 0,01% і гафнію менш 0,01% не відбувається мікролегування металевої матриці сплаву цими елементами і не утворюються додаткові центри кристалізації, які здатні здрібнювати литу структуру сплаву, що не забезпечує підвищення механічних властивостей і тривалої жароміцності магнієвого сплаву.

При вмісті германію в межах 0,01-1,0% і гафнію в межах 0,01-1,0% відбувається мікролегування металевої матриці сплаву германієм і гафнієм, які мають високу температуру плавлення і тим самим підвищують жароміцність і міцність магнієвого сплаву. При цьому відбувається значне подрібнювання зерна магнієвого сплаву за рахунок виникнення дрібнодисперсних тугоплавких інтерметалідів  $\text{GeMg}_2$ , а також великого числа дуже дрібних первинних кристалів гафнію, які служать додатковими центрами кристалізації, що забезпечує максимальні показники механічних властивостей і тривалої міцності при підвищених температурах.

При вмісті германію і гафнію в сплаві більш 1,0% кожного відбувається надлишкове легування ними металевої матриці, в результаті чого вона стає крихка за рахунок окислення надлишкових елементів і утворення плівок по границям зерен. Утворені при цьому інтерметаліди германію і кристали гафнію створюють скупчення. Все це негативно впливає на показники міцності, пластичності і тривалої міцності при підвищених температурах. Отримані результати досліджень представлено в таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Сплав		Вміст хімічних елементів, %						
		Zr	Nd	Zn	Ge	Hf	Mg	Sc
1. Аналог		0,50	2,30	0,50	-----	-----	96,300	0,40
2.	Запропонований	0,60	2,25	0,45	0,005	0,004	96,341	0,35
3.		0,55	2,26	0,48	0,01	0,01	96,310	0,38
4.		0,56	2,27	0,46	0,3	0,3	95,72	0,39
5.		0,58	2,28	0,44	1,0	1,0	94,290	0,41
6.		0,54	2,24	0,52	1,2	1,3	93,800	0,40

Таблиця 2

Сплав		Тривала міцність, $\tau_r$ , час ( $T_{\text{исп.}}=250^\circ\text{C}$ , $\sigma=80\text{МПа}$ )	Механічні властивості	
			$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %
1. Аналог		56	270	4,7
2.	Запропонований	55	272	4,8
3.		77	288	5,9
4.		76	290	5,8
5.		75	292	5,7
6.		54	265	3,4

Аналіз проведених досліджень показав, що використання запропонованого сплаву дозволяє одержувати магнієві виливки з високою тривалою

міцністю при підвищених температурах, з високою міцністю і пластичністю, а також дозволяє зробити

висновок про відповідність критерію «Промислова придатність».

Джерела інформації:

1. ГОСТ 2856-79. Сплавы магниевые литейные. Марки.

2. Пат. 25056 Україна, МПК8 C22C23/00. Ливарний сплав на основі магнію /Шаломєєв В.А., Цивірко Е.І., Жеманюк П.Д., Лукінов В.В., Лисенко І.О., Клочихин В.В.- №200702619; Заявл. 12.03.2007; Опубл. 25.07.2007.