

УКРАЇНА



# ПАТЕНТ

НА ВІНАХІД

№ 126223

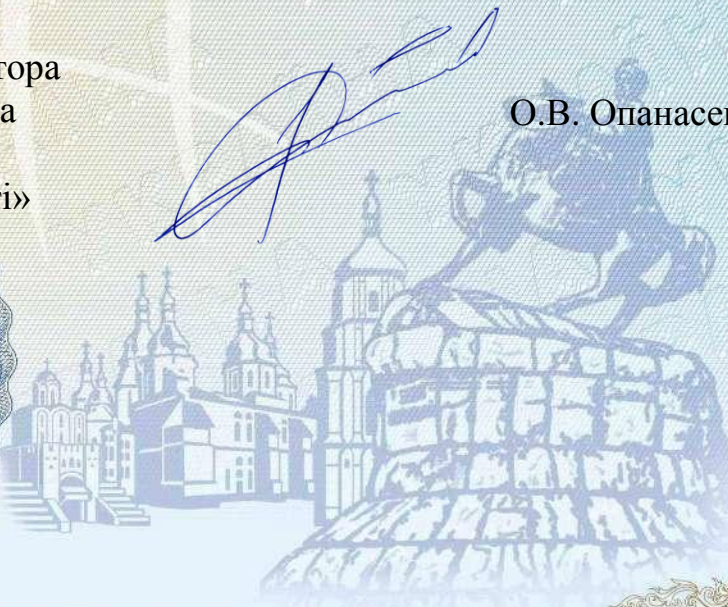
**ЛИВАРНИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ МАГНІЮ З ПІДВИЩЕНОЮ  
ПЛАСТИЧНІСТЮ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України винаходів **31.08.2022.**

В.о. Генерального директора  
Державного підприємства  
«Український інститут  
інтелектуальної власності»

О.В. Опанасенко



(19) UA

(51) МПК (2022.01)  
C22C 23/00  
C22C 23/04 (2006.01)  
C22C 23/06 (2006.01)  
A61B 17/58 (2006.01)

(21) Номер заявки: а 2021 01903  
(22) Дата подання заявки: 12.04.2021  
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 01.09.2022  
(41) Дата публікації відомостей про заявку та номер Бюлетеня: 08.09.2021, Бюл.№ 36  
(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: 31.08.2022, Бюл. № 35

(72) Винахідники:  
Шаломєєв Вадим  
Анатолійович, UA,  
Лук'яненко Олександр  
Сергійович, UA,  
Наумик Валерій  
Владиленович, UA,  
Клочихін Володимир  
Валерійович, UA,  
Касай Павло  
Олександрович, UA,  
Балушок Костянтин  
Брониславович, UA,  
Поліщук Наталія Миколаївна,  
UA,  
Кирик Дмитро Леонідович,  
UA

(73) Володілець:  
НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ "ЗАПОРІЗЬКА  
ПОЛІТЕХНІКА",  
вул. Жуковського, 64, м.  
Запоріжжя, 69063, UA

(54) Назва винаходу:

**ЛИВАРНИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ МАГНІЮ З ПІДВИЩЕНОЮ ПЛАСТИЧНІСТЮ**

(57) Формула винаходу:

Ливарний сплав на основі магнію з підвищеною пластичністю, що містить цирконій, неодим та цинк, який відрізняється тим, що додатково містить скандій, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

цирконій	1,1-1,8
неодим	2,2-2,8
цинк	0,1-0,7
скандій	0,03-0,1
магній	решта.



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **126223** (13) **C2**  
(51) МПК (2022.01)  
**C22C 23/00**  
**C22C 23/04** (2006.01)  
**C22C 23/06** (2006.01)  
**A61B 17/58** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2021 01903</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>12.04.2021</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>01.09.2022</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>08.09.2021, Бюл.№ 36</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>31.08.2022, Бюл.№ 35</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Шоломєєв Вадим Анатолійович (UA), Лук'яненко Олександр Сергійович (UA), Наумик Валерій Владилєнович (UA), Клочихін Володимир Валерійович (UA), Касай Павло Олександрович (UA), Балушок Костянтин Брониславович (UA), Поліщук Наталія Миколаївна (UA), Кирик Дмитро Леонідович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА",</b> вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063 (UA)</p> <p>(74) Представник: <b>Висоцька Наталя Іванівна</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 39376 U, 25.02.2009 UA 120063 U, 25.10.2017 UA 25056 U, 25.07.2007 UA 41995 U, 25.06.2009 UA 41996 U, 25.06.2009 CN 106498252 A, 15.03.2017 CN 108330367 A, 27.07.2018 US 10842911 B2, 24.11.2020</p>
--	---

**(54) ЛИВАРНИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ МАГНІЮ З ПІДВИЩЕНОЮ ПЛАСТИЧНІСТЮ**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до металургії і стосується ливарних сплавів на основі магнію з підвищеною пластичністю та збереженими показниками міцності, які використовуються для виготовлення литих деталей машинобудівної промисловості. Крім того даний сплав може бути застосований у медичній галузі. Сплав містить, мас. %: цирконій - 1,1-1,8; неодим - 2,2-2,8; цинк - 0,1-0,7; скандій - 0,03-0,1; магній - решта.

UA 126223 C2



Винахід належить до галузі ливарних сплавів на основі магнію з підвищеною пластичністю та збереженими показниками міцності, які використовуються для виготовлення литих деталей машинобудівної промисловості. Крім того даний сплав може бути застосований у медичній галузі.

5 Завдяки своєму високому рівню питомої міцності магнієві сплави широко використовуються в багатьох галузях машинобудівної промисловості. Це забезпечується тим що магнієві сплави, в середньому, в 1,7 разів, легші за аналогічні алюмінієві сплави.

Крім того, не токсичність магнію в поєднанні з малою питомою вагою, забезпечує можливість використання даних сплавів в медичній галузі.

10 Однак головний недолік магнієвих сплавів, а саме низька пластичність в значний мірі може обмежувати їх використання. Основною причиною виникнення даної проблеми є крупнозеренна структура, що отримується після відливання заготовок. В багатьох випадках, за для подрібнення зерна, магнієвих сплавів, додається цирконій. Даний легувальний елемент зменшує розмір зерна завдяки утворенню додаткових центрів кристалізації. Проте дане рішення

15 не може в повній мірі задовольнити висунуті вимоги, через обмежену розчинність цирконію в магнії.

Додаткового подрібнення зерна, в литому магнієвому сплаві, можна досягти шляхом додавання, ще одного легувального елемента, який утворить додаткові центри кристалізації.

Відомо сплав [1, С. 1-2] на основі магнію, що містить, мас. %:

20

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

Істотним недоліком цього сплаву є низький рівень пластичності та міцності.

Відомо магнієвий сплав [2], який має наступний хімічний склад, мас. %:

25

Алюміній	4,0-9,0
Стронцій	0,5-4,0
Барій	0,03-2,5
Магній	решта.

Механічні властивості даного сплаву є значно вищими за попередній, проте пластичність все ще є недостатньою для виготовлення литих деталей машинобудівної промисловості та застосування у медичній галузі.

Також відомо сплав [3] на основі магнію, містить, мас. %:

30

алюміній	4,0-9,0
стронцій	0,5-4,0
марганець	0,15-0,5
магній	решта.

Пластичність даного аналога є найвищою з усіх розглянутих сплавів, але вона все ще є недостатньою. Крім того, наявність токсичних легувальних елементів обмежує застосування даного сплаву у медичній галузі.

35 Відомо також сплав [4], що вибраний як найближчий аналог, який містить, мас. %:

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

Пластичність даного сплаву знаходиться майже на тому ж рівні, що й у попередньому, до того ж він не має в своєму складі токсичних елементів.

40 В основу винаходу поставлено задачу розробки ливарного сплаву на основі магнію з високими показниками пластичності зі збереженням показників міцності.

Поставлена задача досягається тим, що сплав на основі магнію додатково містить скандій, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

цирконій	1,1-1,8
неодим	2,2-2,8
цинк	0,1-0,7
скандій	0,03-0,1
магній	решта.

Комплекс легувальних елементів та їх масове співвідношення дозволяють досягти нового технічного результату, а саме - новий ливарний сплав на основі магнію з підвищеним рівнем пластичності зі збереженням показників міцності.

5 Даний ефект досягається тим що, при масовій частці скандію в межах 0,03-0,1 % зерно сплаву після лиття подрібнюється. Скандій утворює додаткові центри кристалізації, що за своєю природою являються комплексними інтерметалідами. Додаткові центри кристалізації сприяють подрібненню литого зерна завдяки чому підвищується пластичність сплаву, а міцність залишається незмінно.

10 Таким чином, нові ознаки при взаємодії з відомими ознаками набувають нових технічних властивостей - розроблений ливарний сплав на основі магнію забезпечує виготовлені з нього виливки підвищеними показниками пластичності зі збереженням рівня міцності.

Це забезпечує технічний результат та відповідність критерію "новизна" при використанні усієї заявленої сукупності ознак.

15 Було проведено плавку сплавів запропонованого складу і прототип в індукційній тигельній печі типу ІПМ-500 з рафінування розплаву флюсом ВІ-2 проводили в роздавальній печі. Легування розплаву проводилося шляхом порціонного відбору розливними ложками, у котрі вводили магній-скандієву лігатуру. Виливки отримували методом лиття у піщано-глинисту форму. Пластичність ( $\delta$ ) зразків з магнієвих сплавів визначалась на розривній машині  
20 "INSTRUN" 2801 за ГОСТ 1497-84.

Перед проведенням випробувань механічних властивостей, отримані зразки піддавалися термічній обробці за режимом Т6.

Для перевірки результатів розробки було виплавлено шість зразків з різним хімічним складом. На даних зразках було проведено випробування механічних властивостей, а саме  
25 пластичності та міцності (табл.)

Таблиця

Сплав	Вміст хімічних елементів, %					$\delta$ , %	МПа
	Zr	Nd	Zn	Sc	Mg		
1. Аналог	1,50	2,52	0,48	-	95,5	4,4	269,4
2.	1,04	2,11	0,08	0,01	96,76	4,4	270,8
3.	1,10	2,20	0,1	0,03	96,57	6,0	273,7
4. Запропонований	1,53	2,49	0,45	0,07	95,46	6,6	275,5
5.	1,80	2,80	0,70	0,10	94,60	6,4	278,9
6.	1,86	2,91	0,80	0,12	94,31	4,2	278,0

30 Проведений аналіз результатів дослідження механічних властивостей зразків показав, що скандій при вмісті менше за 0,03 %, утворює замало центрів кристалізації і пластичність залишається на рівні тому ж рівні, що й у прототипу.

При масовій частці скандію в межах 0,03-0,1 % підвищення кількості центрів кристалізації підвищує пластичність сплаву, що виникає завдяки збільшенню рівня дисперсності та гомогенності його структури.

35 При збільшенні масової частки скандію (більше за 0,1 %) утворюється зavelика кількість інтерметалідів. Це призводить до їх виділення вздовж меж зерен, що призводить до окрихчення сплаву і як наслідок зниження пластичності.

З оглядом на проведені дослідження, можна зробити висновок, що розроблений сплав відповідає критеріям використання машинобудівної промисловості, а також може знайти своє застосування у медичній галузі.

40 Джерела інформації:

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

2. DE 10251663 Німеччина, МПК<sup>7</sup> C22C 23/02. Магниевый сплав. Magnesium legierung [Електронний ресурс] / Hentschel O., Dornenburg F., Wolf J., Fent A.; заявник і патентовласник Bayerische Motoren Werke AG. - N 10251663.4; заявл. 06.11.2002; опубл. 19.05.2004. - Patentblatt  
45 2004/20.

3. Пат. 29387 Україна МПК С22В 9/00, С22F 1/06 Флюс для виплавки магнієвих сплавів [Електронний ресурс] / Шаломєєв В. А., Цивірко Е. І., Жеманюк П. Д, та інш.; заявл. 24.09.2007; опубл. 10.01.2008.

5 4. Пат. 120062 Україна, МПК С22С 23/00. Ливарний магнієвий сплав для імплантатів /Шаломєєв В. А., Цивірко Е. І., Айкін М. Д., та інш.; заявник і патентовласник Запорізька., нац. техн. ун-тет.; заявл. 03.04.17; опубл. 25.10.17, Бюл. № 20.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

10 Ливарний сплав на основі магнію з підвищеною пластичністю, що містить цирконій, неодим та цинк, який **відрізняється** тим, що додатково містить скандій, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

цирконій	1,1-1,8
неодим	2,2-2,8
цинк	0,1-0,7
скандій	0,03-0,1
магній	решта.