



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46094 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C22C 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) МОДИФІКУВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

1

2

(21) u200905914

(22) 09.06.2009

(24) 10.12.2009

(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.

(72) ЛОЗА КОСТЯНТИН МИКОЛАЙОВИЧ, МІТЯЄВ  
ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, ВОЛЧОК ІВАН ПЕ-  
ТРОВИЧ(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ(57) Модифікувальний комплекс для алюмінієвих  
сплавів, що містить сірку, карбонат натрію, ульт-

радисперсний карбід кремнію, який **відрізняється**  
тим, що додатково містить карбонат калію, гекса-  
фторотитанат калію і тетрафтороборат калію, при  
наступному співвідношенні компонентів (мас. %):

карбонат натрію ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	10-20
карбонат калію ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )	5-10
карбід кремнію ( $\text{SiC}$ )	12-20
гексафторотитанат калію ( $\text{K}_2\text{TiF}_6$ )	10-20
тетрафтороборат калію ( $\text{KBF}_4$ )	5-10
сірка (S)	решта.

Корисна модель відноситься до галузі кольо-  
рової металургії, зокрема до створення складів  
комплексів, які застосовуються для модифікування  
та рафінування алюмінієвих сплавів.

Відомий модифікатор алюмінієвих сплавів [па-  
тент 57584A Україна, МПК<sup>7</sup> C22C1/06. Модифіка-  
тор для алюмінієвих сплавів (Текст) / І.П. Волчок,  
О.А. Мітяєв - №2002108343; заявлено 22.10.2002;  
опубл. 16.06.2003, Бюл. №6. - 3с.], який склада-  
ється з наступних компонентів (мас. %):

карбонат натрію ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	25-40
карбід кремнію ( $\text{SiC}$ )	12-20
титан (Ti)	3-8
сірка (S)	решта.

До недоліків відомого рішення слід віднести  
те, що використання цього модифікатора не за-  
безпечує тривалого модифікувального ефекту, а  
це, в свою чергу, значно звужує межі його застосу-  
вання. У зв'язку з цим збільшення тривалості мо-  
дифікувального ефекту є актуальним завданням.

Найбільш близьким за технічною сутністю до  
рішення, що заявляється, є модифікатор алюміні-  
євих сплавів [патент 32929 Україна, МПК(2006)  
C22C1/00. Модифікатор для алюмінієвих сплавів  
(Текст) / І.П. Волчок, О.А. Мітяєв, О.В. Лютова,  
Н.В. Широкобокова, В.М. Повзло - № U200800105;  
заявлено 02.01.2008; опубл. 10.06.2008, Бюл.  
№11. - 4с.], що прийнятий за найближчий аналог.  
Відомий модифікатор містить у своєму складі (мас.  
%):

карбонат натрію ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	10-20
карбонат стронцію ( $\text{SrCO}_3$ )	15-20
карбід кремнію ( $\text{SiC}$ )	12-20

титан (Ti)	3-8
сірка (S)	решта.

До недоліків відомого рішення слід віднести  
те, що застосування цього модифікатора не за-  
безпечує тривалого модифікувального ефекту,  
особливо при значній витримці розплаву в печах  
опору за умов використання лиття у кокіль та під  
тиском, а також призводить до насичення розпла-  
ву газами, так як стронцій сприяє збільшенню га-  
зової та усадочної пористості.

Тому відомий склад потребує певного доопра-  
цювання з метою поліпшення якості та властивос-  
тей деталей, які виготовлено з алюмінієвих спла-  
вів методами лиття у кокіль та під тиском.

Із критики найближчого аналогу постає актуа-  
льне завдання щодо збільшення тривалості мо-  
дифікувального ефекту та зменшення газової по-  
ристості алюмінієвих сплавів при застосуванні  
лиття у кокіль та під тиском.

Поставлене завдання вирішується наступним  
чином. Запропоновано модифікувальний комплекс  
для алюмінієвих сплавів, що містить сірку, карбо-  
нат натрію, ультрадисперсний карбід кремнію,  
який відрізняється тим, що додатково містить кар-  
бонат калію, гексафторотитанат калію і тетрафто-  
роборат калію, при наступному співвідношенні  
компонентів (мас. %):

карбонат натрію ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	10-20
карбонат калію ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ )	5-10
карбід кремнію ( $\text{SiC}$ )	12-20
гексафторотитанат калію ( $\text{K}_2\text{TiF}_6$ )	10-20
тетрафтороборат калію ( $\text{KBF}_4$ )	5-10
сірка (S)	решта.

UA (19)  
46094 (11)  
U (13)

Саме сукупність цих компонентів та їх співвідношення забезпечують досягнення нового технічного результату - збільшення тривалості та ступеня модифікування алюмінієвих сплавів та забезпечення високого рівня механічних властивостей протягом більш тривалого часу за рахунок отримання модифікованої та упорядкованої структури з низьким балом пористості.

Присутність 10-20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  та 5-10%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  знижує швидкість окислення сірки, та сприяє подрібненню пухирів пароподібної сірки, що збільшує поверхню розподілу між розплавом та газовою фазою і забезпечує більш високий рівень модифікування та рафінування. Крім того, у розплаві відбувається дисоціація  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  та  $\text{K}_2\text{CO}_3$  з виділенням вуглекислого газу, пухирі якого, проходячи через розплав, також сприяють підвищенню рівня рафінування сплавів від неметалевих включень та розчинених газів. Наявність одночасно з'єднань натрію та калію за рахунок комплексної дії забезпечує більш високу ступінь модифікування евтектичного кремнію в силумінах і сприяє збільшенню часу знаходження сплаву в модифікованому стані. Заміна сполуки  $\text{SrCO}_3$  на  $\text{K}_2\text{CO}_3$  є доцільною тому, що стронцій має значно більшу вартість та сприяє підвищенню газової шпаристості, що не є сприйнятливим при застосуванні кокілей у зв'язку з відсутністю у них газопроникливості.

Компоненти сірка та сполуки натрію та калію сумісні як модифікатори алюмінієвих сплавів, тому використання  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  та  $\text{K}_2\text{CO}_3$  є доцільним у складі модифікатора та підвищує його ефективність в цілому.

Присутність 12-20%  $\text{SiC}$  забезпечує достатню кількість дрібнодисперсних центрів кристалізації, що сприяє зменшенню довжини дендритів за осiami першого порядку до 3 разів та підвищенню їх кількості на одиниці площі шліфа в 1,8...2 рази. Також забезпечується подрібнення основних структурних складових сплавів та зв'язування домішок у частки компактної форми. Такі зміни забезпечують упорядкування структури алюмінієвих сплавів та підвищують рівень механічних властивостей.

Заміна у складі модифікувального комплексу електролітичного титану на гексафторотитанат калію у кількості 10-20% забезпечує, при дисоціації з'єднання  $\text{K}_2\text{TiF}_6$  у розплаві, підвищення ефективності модифікування евтектики за рахунок калію,  $\alpha$  - твердого розчину кремнію в алюмінії за рахунок атомарного титану, який є більш активним ніж електролітичний титан і котрий утворює значну кількість додаткових центрів кристалізації у вигляді тугоплавких і дрібнодисперсних інтерметалідів  $\text{TiAl}_3$ . Підвищення рафінуючої дії комплексу досягається проходженням крізь розплав фтору.

Сучасними дослідженнями встановлено, що бор значно знижує енергію взаємодії атомів крем-

нію в ґратці, що забезпечує отримання модифікованих структур евтектичного та первинного кремнію, а також підвищує термостабільність отриманих структур за рахунок зміщення температур фазових перетворень в область більш високих температур на 50-200°C. Також присутність тетрафтороборату калію ( $\text{KBF}_4$ ) у кількості 5-10% забезпечує утворення на поверхні розплаву захисної плівки та вилучення твердих часток неметалевих включень і частково розчинених газів. Наявність цього компоненту у комплексі, разом з карбонатами та фторидами, сприяє адсорбції шлакових включень та одночасному вилученню із сплаву водню, який утворює з оксидом алюмінію комплексне з'єднання  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2$ . Тому присутність з'єднання тетрафтороборату калію ( $\text{KBF}_4$ ) є доцільним та у сукупності з іншими компонентами, завдяки їх комплексній дії, забезпечує високу ступінь рафінування, тривалий модифікувальний ефект і високий рівень механічних властивостей.

Сірка забезпечує комплексний вплив на алюмінієві сплави. Після занурення сірки у розплав, утворюється велика кількість газоподібного продукту, який у вигляді пухирів рафінує розплав. При цьому також забезпечується зміна морфології фаз, що містять залізо, з пластинчастої на більш компакту - глобулярну або у вигляді китайських знаків. Ця комплексна дія забезпечує підвищення якості та механічних властивостей сплавів.

Для експериментальної перевірки дії комплексу, який заявляється, з метою його більш технологічного вводу до розплаву, методом пресування були виготовлені таблетизовані брикети певної ваги. Це дало змогу швидко підбирати необхідну кількість комплексу із розрахунку 0,03-0,05% від маси розплаву. Така технологічна схема застосування показала високу ефективність при подальшому використанні. До розплаву комплекс вводили за допомогою пристосування, яка має назву „дзвоник”. Температура оброблення розплаву становила 720...750°C. Після проведення оброблення, згідно вимог ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93), виготовляли зразки для випробувань та визначення механічних властивостей, а також визначали тривалість модифікувального ефекту за зниженням рівня механічних властивостей протягом визначеного часу. Також для порівняльних випробувань був виготовлений модифікатор згідно патенту України №32929.

Були проведені порівняльні дослідження і випробування вторинного алюмінієвого сплаву АЛ25, обробленого комплексом, який заявляється та складом за патентом №32929 (таблиця). Сплав АЛ25, призначений для виготовлення поршнів, був отриманий із шихти, яка на 100% складалася із стружки, що була забруднена підвищеним вмістом заліза та мастильно-охолоджувальною рідиною.

Таблиця

## Результати порівняльних досліджень

Час після оброблення, хвилин	Властивості вторинного сплаву АЛ25 (термічне оброблення за режимом ТІ)		
	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	Бал пористості за ДСТУ 2839-94 (ГОСТ 1583-93)
0	<u>161</u>	<u>1,0</u>	<u>2...1</u>
	193	1,2	1...0
30	<u>155</u>	<u>0,9</u>	<u>2...1</u>
	186	1,2	1...0
60	<u>151</u>	<u>0,9</u>	<u>3...2</u>
	178	1,0	1...0
90	<u>146</u>	<u>0,8</u>	<u>3...2</u>
	172	1,0	1...0
120	<u>141</u>	<u>0,7</u>	<u>3...2</u>
	167	1,0	1...0

Примітка: у чисельнику значення показників отримані при використанні модифікатора за патентом №32929; у знаменнику - після використання комплексу, що заявляється.

Результати досліджень вказують, що склад модифікувального комплексу, який заявляється, у порівнянні з відомим, забезпечує більш тривалу модифікувальну і рафінувальну дію. З урахуванням високої спадковості алюмінієвих сплавів, забезпечення тривалого модифікувального ефекту,

який дозволяє отримувати та зберігати високий рівень механічних властивостей на етапі їх виготовлення, забезпечить оптимальний комплекс механічних властивостей та якості сплавів при всіх наступних технологічних переробленнях.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок про те, що пропонуване технічне рішення є промислово придатним, бо може використовуватися у промисловості.