



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения**

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2502144

(22) 18.07.2025

(46) Бюл. 228, 2026

(71) Государственное учреждение Институт химии им. В.И.Никитина НАНТ (TJ).

(72) Ганиев Изаттуло (TJ); Сафаров Ахрор Мирзоевич (TJ); Худойбердизода Саидмири Убайдулло (TJ); Савдуллоева Салима Савдуллоевна (TJ); Джайлоев Джамшед Хусейнович (TJ); Амиров Абдухолик Джамшедович (TJ); Акбаров Шарифджон Сайдуллоевич (TJ)

(73) Государственное учреждение Институт химии им. В.И.Никитина НАНТ (TJ)

(54) **АЛЮМИНИЕВЫЙ СПЛАВ ТИПА ДЮРАЛЮМИН**

(57) Изобретение относится к области металлургии, а именно к сплавам на основе алюминия с добавками Al-Mg-Li-Zr. Полуфабрикаты из этих сплавов используют в качестве конструкционных материалов для авиакосмической

2

техники.

Целью изобретения является повышение коррозионностойкой алюминиевых сплавов, содержащих магний, литий и цирконий при сохранении усталостной прочности. Сплав и изделие, выполненное из данного сплава, содержат следующие компоненты, мас. %:

Магний 4,5-6,0

Литий 1,5-2,3

Цирконий 0,05-0,15

Лантан 0,01- 1,0

Алюминий и его примеси остальное остальное

Изобретение относится к области металлургии, а именно к сплавам на основе алюминия системы Al-Mg-Li-Zr. Полуфабрикаты из этих сплавов используются в качестве конструкционных материалов для авиакосмической техники в виде обшивки и силового набора.

Известен алюминиевый сплав [Алюминиевые сплавы типа дуралюмин. Квасов Ф.И., Фридляндер И.Н. М.: Металлургия, 1984. 240с], Д16ч, имеющий следующий химический состав (% по массе):

Магний	5,0-6,0
Литий	1,9-2,3
Цирконий	0,09-0,15
Алюминий	остальное [1].

Известный сплав и изделия из него, имея высокую прочность, пластичность, долговечность, вязкость разрушения, малую скорость роста усталостной трещины, в ряде случаев обладают недостаточной коррозионной стойкостью. Эта характеристика наряду с других для определенной группы изделий авиакосмической техники является определяющей.

Наиболее близким по химическому составу и назначению, является сплав на основе алюминия системы Al-Mg-Li-Zr [] следующего химического состава (% по массе):

Магний	4,5-6,0
Литий	1,8-2,3
Цирконий	0,08-0,15
Алюминий	остальное [2, 3].

Данный сплав обладает улучшенным сочетанием предела прочности, вязкости разрушения и скорости роста трещины. Лист, изготовленный из этого сплава, обладает следующими свойствами: $\sigma_{\text{в}}=460$ МПа, $k_{\text{сy}}=55$ МПа $\sqrt{\text{м}}$, $d(21)/dN=1,1$ мм/к цикл. Однако сплав обладает недостаточной коррозионной стойкостью, что ограничивает его использование в качестве обшивки или силового набора в самолетах нового поколения.

Технической задачей настоящего изобретения является создание сплава, обладающего наряду с высокими характеристиками прочности, пластичности, трещиностойкости, долговечности, повышенной коррозионной стойкостью для конструкционного применения в авиакосмической технике в виде обшивки и силового набора.

Для решения поставленной технической

задачи предложен сплав на основе алюминия, содержащий магний, литий и цирконий, отличающийся тем, что он дополнительно содержит Лантан при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Магний	4,5 - 5,5
Литий	1,5 -2,1
Цирконий	0,08 - 0,15 0,01 - 1,0
Лантан	0,01 - 1,0

Алюминий и его примеси остальное.

Повышение коррозионной стойкости как важной характеристики сплава достигается дополнительным легированием лантаном.

Введение в алюминий магния в количествах до 6% в качестве легирующего компонента дает упрочнение твердого раствора сплава алюминия и высокую эффективность деформационного упрочнения. Это обеспечивает сплавам серии 5xxx свойства - выше, чем у сплавов серии 3 xxx при сохранении хорошей формируемой у сплава.

Достижения высокой прочности за счет упрочнения твердого раствора магнием возможно потому, что магний в этой роли является очень эффективным. Кроме того, его высокая растворимость позволяет увеличивать его содержание до 5% в наиболее легированных сплавах. Каждый процент лития снижает удельный вес алюминиевых сплавов на 3%, повышает модуль упругости на 6% и обеспечивает в сплавах значительный эффект упрочнения после закалки и искусственного старения. Литий растворяется в алюминии в значительных количествах (5,2% макс.). Добавка магния и лития позволяет получить материал с пониженным удельным весом и повышенным модулем упругости, также приводит к образованию тройной фазы Al_2LiMg , вызывающей твердорастворное упрочнение сплава.

Цирконий является антирекристаллизатором и модификатором, измельчающим зерно. Добавка циркония незначительно влияет на механические свойства и коррозионную стойкость, а также приводят к измельчению зерна и повышению температуры рекристаллизации сплава. Небольшая добавка циркония повышает прочностные характеристики сплава. Но при этом он может создавать с алюминием метастабильную фазу AL_2Zr со структурой $\text{Li}_2\beta'$ -фаза.

Присутствие лантана обеспечивает повышение наряду с коррозионностойкости, также прочностных характеристик сплава-предела прочности, предела текучести, и коррозионной стойкости.

Предложенный сплав по сравнению с

известным сплавом обладает практически одинаковыми характеристиками прочности, пластичности, трещиностойкости, долговечности. Однако по коррозионностойкости, определяемой потенциостатическим методом, предложенный сплав по сравнению с известным сплавом имеет превосходство на 15-20%.

Пример осуществления

Синтез сплавов проводился в шахтном лабораторном печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750-850 °С. В качестве шихты при получении алюминиевого сплава $AlMg5.5Li2.1Zr0.15$ типа дюралюмин, использовали алюминий марки А5 с суммарным содержанием примесей 0,5 мас. %, который дополнительно легировалось расчётным количеством магния, лития и циркония. Магний и литий завернутые в алюминиевой фольге, вводились в расплав алюминия с помощью колокольчика. Металлический лантан вводился в расплав в завернутом в алюминиевой фольге виде. Химический анализ полученных сплавов на содержание лития и магния проводилось в Центральной заводской лаборатории ОАО “Таджикская алюминиевая компания”. Состав сплавов также контролировалось взвешиванием шихты и полученных сплавов. При отклонении массы сплавов более чем на 1-2% отн. синтез сплавов проводился заново. Далее из расплава удалялось шлак и производилось литьё образцов для коррозионно-электрохимических исследований, в графитовую изложницу. Образцы цилиндрической формы имели диаметр 10мм и длину 140мм.

Исследования проводили в среде нейтрального водного раствора, 3,0% - ного NaCl, согласно рекомендациям, ГОСТ 9.017 - 74, т.е. в имитатор морской среды с целью определения

влияния хлорид-иона на коррозионно-электрохимическое поведение алюминиевого сплава $AlMg5.5Li2.1Zr 0.15$ типа дюралюмин с лантаном.

Исследования коррозионностойкой сплавов проводили на потенциостате ПИ- 50-1.1 потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развертки потенциала 2 мВ/с, с помощью программатора ПР-8 и самозаписи ЛКД-4. Температура раствора поддерживалась постоянно 20°C, с помощью термостата МЛШ-8. Электродом сравнения служил хлоридсеребряный, а вспомогательным - платиновый.

Результаты исследования коррозионно-электрохимических свойств сплавов, в среде 3%-ного NaCl обобщены в таблице. Из приведённых в таблице электрохимических характеристик и скорости коррозии алюминиевого сплава $AlMg5.5Li2.1Zr 0.15$ типа дюралюмин с лантаном следует, что добавка лантана в пределах 0,01÷1,0 мас. % способствуют смещению в область положительных значений потенциалов свободной коррозии ($E_{св.кор.}$), питингообразования ($E_{п.о.}$) и репассивации ($E_{рп.}$) сплавов, результатом чего является снижение скорости коррозии и плотности тока коррозии сплавов на 15-20%.

Механизм действия лантан на рост коррозионностойкости исходного алюминиевого сплава $AlMg5.5Li2.1Zr 0.15$ типа дюралюмин, заключается в сдвиге всех электрохимических потенциалов в область положительных значений. Таким образом, применение предлагаемого сплава в качестве конструкционного материала для авиакосмической техники в виде обшивки и силового набора из листов обеспечивает значительное повышение коррозионностойкости и соответственно продлению срока службы указанных изделий из него. Алюминиевый сплав типа дюралюмин

Формула изобретения

Алюминиевый сплав типа дюралюмин, содержащий магний, литий, цирконий, *отличающийся* тем, что дополнительно содержит лантан при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Магний	4,5 – 6,0
Литий	1,5 – 2,3

Цирконий	0,05 – 0,15
Лантан	0,01 – 1,0
Алюминий и его примеси	Остальное

Таблица

Коррозионно-электрохимические характеристики сплава на основе алюминия AlMg5.5Li2.lZr 0. 15 типа дюралюмин с лантаном в среде электролита 3,0 %- ного NaCl

Содержание лантана в сплаве, мас. %	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)				Скорость коррозии	
	-E _{св.кор.}	-E _{кор.}	-E _{п.о.}	-E _{рп.}	I _{кор.} , А/м ²	K*10 ³ , г/м ² -час
Сплав AlMg5.5Li2.lZr 0. 15 (прототип по патенту РФ №2171308 C1,2001	1.043	1.200	0.900	1.000	10.9	36.51
0,0lLa	1.011	1.172	0.873	0.977	10.6	35.51
0.1La	1.000	1.161	0.864	0.968	10.4	34.84
0.5La	0.988	1.150	0.854	0.959	10.2	34.17
1.0La	0.977	1.139	0.845	0.950	10.0	33.50

Компьютерный набор: Газиев М.

Заказ	Тираж	Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а		