



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2301821

(22) 12.04.2023

(46) Бюл. 206, 2024

(71)(73) Государственное образовательное учреждение "Технический колледж Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТJ)

(72) Ганиев И.Н. (ТJ); Саидзода М.М. (ТJ);

Холматов Р.Б. (ТJ); Азимов Х.Х. (ТJ);

Ниёзов Х.Х. (ТJ); Носирзода С.Н. (ТJ);

Сафаров А.Г. (ТJ); Наботов Ш.Д. (ТJ);

Рахимов Н.И. (ТJ)

(54) **АЛЮМИНИЕВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ СПЛАВ**

(56) 1. Патент США №3512221, кл.29-183, 5, 19.05.1970.

2. Патенте RU2550063, МПК C22C21/00, C22C1/03, C23F1/04, C22C1/06, B22D24/04, опубликован 10.05.2015.

2

3. Патент РФ RU 2639284, опублик. 20.12.2017.

(57) Изобретение относится к металлургии сплавов, в частности к сплавам на основе алюминия, предназначенным для изготовления проводов, кабелей, стержней, шин и других изделий для электропромышленности.

Алюминиевый электротехнический сплав, содержащий железо и цирконий и с целью повышения коррозионной стойкости и стабильности механических свойств при сохранении высокой электропроводности дополнительно содержит один из элементов группы кальций, стронций, барий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

железо	- 0,1-1,0
цирконий	- 0,01
один из элементов группы кальций, стронций, барий	- 0,05-1,0
алюминий	- остальное.

Изобретение относится к металлургии сплавов, в частности к сплавам на основе алюминия, предназначенным для изготовления проводов, кабелей, стержней, шин и других изделий для электропромышленности.

Известен проводниковый сплав на основе алюминия, содержащий, мас. %:

Железо	0,45-0,95
Кремний	≤0,15
Алюминий	98,95-99,45 [1].

Недостаток известного сплава является его низкие прочностные свойства. Типичные свойства сплава в отожженном состоянии: предел прочности 10 кгс/мм²; относительное удлинение 20%; число перегибов до разрушения 20.

Известен техническое решение [2], где предложен материал и способ его получения для кабеля на основе алюминиевого сплава с высоким относительным удлинением. Материал содержит 0,30-1,20% Fe, 0,03-0,10% Si, редкоземельные элементы (Ce и La): 0,01-0,30%, а оставшуюся часть составляют Al и неизбежные примеси.

Недостатками данного сплава являются в необходимости легирования сплава быстро окисляемыми на воздухе редкоземельными металлами, и приготовление расплава таких сплавов приводит к увеличенному шлакообразованию.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является сплав состава в мас. %: цирконий 0,2-0,32; железо 0,15-0,42; кремний 0,02-0,1; титан, хром, ванадий, марганец в сумме 0,01-0,04; магний, медь, цинк в сумме 0,01-0,07; бор 0,001-0,01; один из редких или редкоземельных металлов из группы: ниобий, церий, иттрий, скандий 0,005-0,2; алюминий – остальное [3], имеющий неплохую электропроводность (не менее 58,5% IACS).

Однако недостатком технического решения является весьма небольшая прочность до 160 МПа.

Цель изобретения является повышение коррозионной стойкости, стабильности прочностных свойств при сохранении высокой электропроводности.

Поставленная цель достигается тем, что алюминиевый электротехнический сплав, содержащий цирконий, железо и дополнительно содержит один из элементов группы кальций, стронций, барий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

железо	- 0,1-1,0
цирконий	- 0,01-0,25
один из элементов группы кальций, стронций, барий	- 0,05-1,0
алюминий и его примеси	- остальное.

Синтез сплавов проводилось в шахтном лабораторном печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 750 - 800 °С. В качестве шихты при получении алюминиевого сплава AlZr0,1 (Al+0,1 мас.% Zr) использовали алюминий марки А6, который дополнительно легировалось расчётным количеством циркония. При легировании алюминия использовалось лигатура алюминия с 2,0 мас.% цирконием. Металлический кальций, стронций, барий вводились в расплав в завернутом в алюминиевой фольге виде с помощью колокольчика. Химический анализ получен-

ных сплавов на содержание железа, кремния титана 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 в графитовую изложницу для коррозионно-электрохимических исследований, Образцы цилиндрической формы имели диаметр 10мм и длину 140мм.

Исследования проводили в среде нейтрального водного раствора, содержащего NaCl различной концентрации, согласно рекомендациям, ГОСТ 9.017 - 74, т.е. в имитате морской воды, с целью определения влияния хлорид-иона на коррозионно-электрохимическое поведение алюминиевого проводникового сплава AlZr 0,1 с кальцием, стронцием, барием.

Исследования коррозионностойкости 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°С, с помощью термостата МЛШ-8. Электродом сравнения служил хлоридсеребряный, а вспомогательным - платиновый.

Результаты исследования коррозионно-электрохимических свойств сплавов, в среде электролита 3%-ного NaCl обобщены в таблице. Из приведённых в таблице электрохимических характеристик и скорости коррозии алюминиевого сплава AlZr0,1 с кальцием, стронцием и барием следует, что добавка по крайней мере одного элемента из указанной группы металлов в пределах 0,05÷1,0 мас. % способствуют смещению в область положительных значений потенциалов свободной коррозии (Е_{св.кор.}), питингообразования (Е_{п.о.}) и репассивации (Е_{рп.}) сплавов, результатом чего является снижение скорости коррозии и плотности тока коррозии сплавов на 40-50% .

Анализ данных, приведенных в таблице, свидетельствует о хорошем комплексе антикоррозионных свойств предложенного сплава. Это позволяет использовать описываемый сплав в качестве жилы электропроводов с изоляционной оболочкой и оболочки кабеля, при производстве которых проводят отверждение оболочки при повышенных температурах.

Железо в заявляемых количествах необходимо для повышения общего уровня механических свойств технического алюминия без значимого увеличения удельного электрического сопротивления. При содержании железа выше заявленного значения этот элемент будет оказывать значимое негативное влияние на удельное электрическое сопротивление сплава за счет снижения объемной доли алюминиевого раствора. Минимальное содержание железа соответствует достижению минимального уровня прочностных характеристик.

Цирконий, кальций, стронций, барий, оказывая модифицирующее воздействие, измельчают

структуру алюминия и его сплава с железом, взаимодействуют с газами, растворёнными в алюминии и осуществляют дегазацию расплав. У модифицированных указанными металлами сплавов в отличие от не модифицированных процесс межкристаллитной коррозии ограничивается при поверхностном слое металла и не получает сильного развития даже после длительных коррозионных испытаний.

Выбор циркония обусловлен его наибольшим влиянием на термостойкость алюминиевых сплавов, широкой известностью и доступностью, пониженной стоимостью. Добавки циркония в алюминиевые сплавы обеспечивают образование мелкодисперсных интерметаллидов Al_3Zr , которые вызывают резкое и стабильное измельчение зерна. Стабильность структуры Al-Zr сплавов при воздействии температуры обуславливается малым коэффициентом диффузии циркония в алюминии и устойчивостью дисперсных частиц интерметаллидов. Роль циркония как легирующего элемента алюминиевых сплавов не ограничивается его модифицирующим действием. Помимо этого, он резко повышает температуру рекристаллизации алюминия и его сплавов, как после горячей, так и холодной деформации. Исследованные сплавы оптимального состава характеризуются уменьшением скорости коррозии от 40,2 г/м²·час для сплава -

прототипа, до 23,4 г/м²·час для сплава оптимального состава в среде электролита 3,0%-ного NaCl.

Механизм действия щелочноземельных металлов (ЩЗМ) на структуру и свойства алюминиевых сплавов сводится к следующему:

1. ЩЗМ измельчают кристаллы твердого раствора на основе алюминия.

2. ЩЗМ рафинируют от неметаллов-кислород, азот, фосфор, серу, ухудшающих многие свойства сплавов.

3. ЩЗМ улучшают структуру поверхностной оксидной плёнки и за счёт этого увеличивают коррозионную стойкость сплавов.

4. ЩЗМ повышают температуру рекристаллизации алюминия.

5. В алюминиевых сплавах от легирования их ЩЗМ наблюдается эффект механического упрочнения сплавов.

Таким образом, повышение коррозионной стойкости сплава алюминия, содержащего как примесь железа (0,1-1,0%) путём легирования цирконием (0,01-0,25%) и одним металлом из группы кальция, стронций, барий (0,01-1,0%) позволяет на 20% повысить коррозионную стойкость исходного алюминиевого сплава.

Формула изобретения

Алюминиевый электротехнический сплав, содержащий цирконий и железо, отличающийся тем, что дополнительно содержит один из элементов группы кальция, стронций и барий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

железо	- 0,1-1,0
цирконий	- 0,01-0,25
один из элементов группы кальций, стронций, барий	- 0,05-1,0
алюминий и его примеси	- остальное

Таблица

Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава AlZr0,1 с кальцием, стронцием и барием, в среде электролита 3,0 %- ного NaCl

Содержание кальция, стронция и бария в сплаве, мас. %	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э.)			Скорость коррозии	
	-Е _{св.кор.}	-Е _{п.о.}	-Е _{рп.}	i _{кор.} · 10 ² , А/м ²	K · 10 ³ , г/м ² ·час
0,0	0.895	0.700	0.750	9.5	31.82
0.01Ca	0.870	0.668	0.727	9.2	30.82
0.1 Ca	0.857	0.659	0.718	9.0	30.15
0.5 Ca	0.843	0.650	0.709	8.8	29.48
1.0 Ca	0.830	0.641	0.700	8.6	28.81
0.01 Sr	0.853	0.660	0.718	8.9	29.81
0.1 Sr	0.840	0.650	0.709	8.7	29.14
0.5 Sr	0.828	0.639	0.700	8.5	28.47
1.0 Sr	0.815	0.630	0.691	8.3	27.80
0.01Ba	0.833	0.650	0.699	8.6	28.81
0.1 Ba	0.820	0.639	0.689	8.4	28.14
0.5 Ba	0.808	0.630	0.679	8.2	27.47
1.0 Ba	0.795	0.620	0.670	8.0	26.80

Компьютерный набор: Ризоева С.Р.

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