



(51) МПК
C22C 35/00 (2006.01)
C22C 1/02 (2006.01)
C22C 21/12 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C22C 35/00 (2006.01); *C22C 1/02* (2006.01); *C22C 21/12* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017116572, 11.05.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 11.05.2017

Дата регистрации:
 09.06.2018

Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 11.05.2017

(45) Опубликовано: 09.06.2018 Бюл. № 16

Адрес для переписки:
 624760, Свердловская обл., г. Верхняя Салда, ул.
 Парковая, 1, ПАО "Корпорация ВСМПО-
 АВИСМА", отдел интеллектуальной
 собственности

(72) Автор(ы):

Тимохов Сергей Николаевич (RU),
 Борноволокнов Алексей Сергеевич (RU),
 Якимов Аркадий Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Публичное акционерное общество
 "Корпорация ВСМПО-АВИСМА" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2026395 C1, 09.01.1995. SU
 1138434 A1, 07.02.1985. SU 551391 A,
 25.03.1977. SU 1286638 A1, 30.01.1987. JP
 2006207024 A, 10.08.2006. DE 2609836 A,
 15.09.1977.

(54) ЛИГАТУРА ДЛЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии и может
 быть использовано при получении лигатур для
 легирования и модифицирования алюминиевых
 сплавов, содержащих цирконий и титан. Лигатура
 для алюминиевых сплавов систем Al-Zn-Mg-Cu и
 Al-Cu-Mg содержит, мас. %: медь 27-33, цирконий

3,5-4,5, титан 0,5-2,0, алюминий и неизбежные
 примеси остальное. Изобретение позволяет
 улучшить структуру слитков, снизить склонность
 к горячеломкости за счет уменьшенного
 содержания кремния, уменьшить объем шихтовых
 материалов и время их приготовления. 4 табл.

RU 2 657 271 C1

RU 2 657 271 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C22C 35/00 (2006.01)
C22C 1/02 (2006.01)
C22C 21/12 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

C22C 35/00 (2006.01); C22C 1/02 (2006.01); C22C 21/12 (2006.01)(21)(22) Application: **2017116572, 11.05.2017**(24) Effective date for property rights:
11.05.2017Registration date:
09.06.2018

Priority:

(22) Date of filing: **11.05.2017**(45) Date of publication: **09.06.2018** Bull. № 16

Mail address:

**624760, Sverdlovskaya obl., g. Verkhnyaya Salda,
ul. Parkovaya, 1, PAO "Korporatsiya VSMPO-
AVISMA", otdel intellektualnoj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Timokhov Sergej Nikolaevich (RU),
Bornovolokov Aleksej Sergeevich (RU),
Yakimov Arkadij Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Publichnoe aktsionernoe obshchestvo
"Korporatsiya VSMPO-AVISMA" (RU)****(54) MASTER ALLOY FOR ALUMINUM ALLOYS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to metallurgy and can be used in the preparation of master alloys for alloying and modifying aluminum alloys containing zirconium and titanium. Master alloy for aluminum alloys of Al-Zn-Mg-Cu and Al-Cu-Mg systems contains, mass%: copper 27–33, zirconium 3.5–4.5, titanium 0.5–2.0, aluminum and unavoidable impurities

as the rest.

EFFECT: invention makes it possible to improve the structure of ingots, reduce the tendency to hot brittleness due to the reduced content of silicon, reduce the volume of charge materials and the time of their preparation.

1 cl, 4 tbl

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано при получении лигатур для легирования и модифицирования алюминиевых сплавов, содержащих цирконий и титан.

Полуфабрикаты из алюминиевых сплавов нашли применение в современной авиационной и аэрокосмической технике благодаря хорошему сочетанию механических, коррозионных и конструкционных свойств. В настоящее время для строительства летательных аппаратов широко используются деформируемые высокопрочные сплавы систем Al-Zn-Mg-Cu и Al-Cu-Mg, таких марок как 1933, 1973, В96Ц3пч, 1161. Эти сплавы обладают рядом преимуществ по конструкционным и эксплуатационным характеристикам в сравнении с традиционными сплавами, например В95пч и Д16ч. В химическом составе сплавов с повышенными характеристиками в качестве легирующих элементов совместно присутствуют переходные металлы: цирконий и титан, обладающие выраженным модифицирующим действием. При комплексном легировании алюминиевых сплавов цирконием и титаном, как правило, повышается температура рекристаллизации сплавов, увеличивается термическая стабильность полуфабрикатов с нерекристаллизованной структурой, уменьшается вероятность крупнозернистых структур. При литье алюминиевых сплавов цирконий и титан традиционно вводятся в расплав с помощью лигатур систем Al-Zr и Al-Ti (Al-Ti-B). Однако, как показывает производственный опыт, их использование связано с определенными проблемами в части получения мелкозернистой и однородной структуры по всему объему слитка. Причины кроются как в качестве самих лигатур, так и в технологии введения их в расплав. В процессе литья слитков из алюминиевых сплавов часть наследуемых от лигатуры интерметаллидов неполностью растворяется, что увеличивает вероятность образования крупных интерметаллидов в слитке и приводит к значительному ухудшению качества слитков и изготовленных из них полуфабрикатов в части появления объемных внутренних дефектов при последующей деформации. Кроме того, легирование цирконием и титаном посредством двух типов лигатур, используемых в качестве шихтовых материалов, требует значительных объемов их производства, что существенно увеличивает затраты на получение лигатур и, соответственно, слитков.

Известна лигатура на основе алюминия, содержащая (масс. %):

	Медь	33-36
	Марганец	1,5-2,5
	Титан	0,7-1,7
	Хром	0,7-1,3
35	Цирконий	0,3-0,6
	Алюминий	остальное

(а.с. СССР №1138434, публ. 07.02.1985).

Недостатком известной лигатуры является наличие марганца и хрома, а также низкое соотношение циркония к титану, что значительно ограничивает область ее применения. Кроме того, лигатура имеет низкое содержание циркония и титана, что приводит к увеличению объемов ее потребления.

Известна лигатура для легирования и модифицирования алюминиевых сплавов с цирконием, содержащая (масс. %):

45	Цирконий	9-12
	Алюминий	9-11
	Медь	остальное

(Патент РФ №2026395, публ. 09.01.1995) - прототип.

Недостатком прототипа является высокое содержание меди, что требует наличия специализированного плавильного оборудования для получения сплава на медной основе. Кроме того, в составе прототипа отсутствует титан, что приводит к необходимости дополнительного его введения в расплав виде лигатуры Al-Ti. При этом легирование высокопрочных сплавов несколькими лигатурами приводит к повышенному содержанию кремния, тем самым изменяя регламентированное соотношение железа к кремнию, которое задано для повышения литейных свойств и возможности отливки крупногабаритных слитков в результате уменьшения их склонности к горячеломкости.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является разработка состава лигатуры, позволяющей повысить качество слитков из алюминиевых сплавов систем Al-Zn-Mg-Cu и Al-Cu-Mg с цирконием и титаном, а также уменьшить затраты на изготовление слитков.

Техническими результатами, достигаемыми при осуществлении изобретения, являются улучшение структуры слитков, снижение склонности к горячеломкости за счет уменьшенного содержания кремния, уменьшение объема шихтовых материалов и времени их приготовления.

Указанный технический результат достигается тем, что лигатура для алюминиевых сплавов систем Al-Zn-Mg-Cu и Al-Cu-Mg, легированных цирконием и титаном, содержащая медь, цирконий, алюминий и неизбежные примеси, согласно изобретению лигатура дополнительно содержит титан при следующем соотношении компонентов, масс. %:

Медь	27-33
Цирконий	3,5-4,5
Титан	0,5-2,0
Алюминий и неизбежные примеси	остальное.

В составе заявленной лигатуры содержатся цирконий и титан, являющиеся общими элементами для ряда сплавов систем Al-Zn-Mg-Cu и Al-Cu-Mg. Соотношение циркония и титана определено исходя из требований химического состава алюминиевых сплавов. Увеличение содержания циркония и титана в лигатуре сверх максимальных пределов значительно повышает температуру плавления лигатуры, что негативно отражается на качестве слитков в части количества и размеров интерметаллидов циркония и титана. Содержание циркония и титана ниже указанных минимальных значений приводит к увеличению расхода лигатуры. Для снижения температуры плавления лигатуры и улучшения растворимости элементов в алюминиевой матрице в состав лигатуры введена медь. Кроме того, содержание меди в указанном диапазоне минимизирует пористость и значительно увеличивает жидкотекучесть лигатуры за счет образования химического соединения алюминия и меди (CuAl_2). За счет высокой теплоемкости меди существенно уменьшается время приготовления лигатуры, по сравнению с известной, до 2 раз.

Промышленную применимость предлагаемого изобретения подтверждает следующий пример конкретного выполнения.

Для приготовления лигатуры с целевым составом Al-30Cu-4Zr-1Ti использовали следующие шихтовые материалы: первичный алюминий 3N8, медь катодную М00к, отходы титанового сплава Вt1-0, цирконий йодидный. Шихту загружали в индукционную плавильную печь типа «АЯКС» и доводили расплав до температуры 1150°C. После чего осуществляли рафинирование расплава путем перемешивания и введения флюса, состоящего из криолита, хлорида натрия, хлорида калия. Далее производили снятие шлака и разливали в чушки массой 6 кг. Продолжительность плавки

составила 40 минут.

Результаты определения химического состава полученной лигатуры приведены в табл.1.

Табл. 1

Химический элемент, масс. %							
Al	Cu	Zr	Ti	Fe	Si	Cr	Ni
Основа	31,04	3,72	0,90	0,059	0,038	0,004	0,005

Исследование лигатуры осуществляли металлографическим способом. Результаты анализа микроструктуры приведены в табл. 2.

Табл. 2

Средняя объемная доля фаз, %			Средняя ширина интерметаллидов, мкм
Интерметаллиды Al ₃ (Zr+Ti)	CuAl ₂	α-твердый раствор	
7,7	45	47,3	14

Затем полученную лигатуру использовали при отливке плоских слитков из сплава 1973, предназначенных для изготовления прессованных профилей. Сплав приготавливали в электрической печи сопротивления. Для приготовления сплава потребовалось 1,4% полученной лигатуры от массы шихтовых материалов, в то время как по известной технологии требовалось 3,1-3,4% двойных лигатур Al-Ti и Al-Zr. Приготовленный сплав рафинировали в ковше плавленным криолитсодержащим флюсом. После рафинирования расплав переливали в миксер и вакуумировали в течение 45 минут. Из полученного сплава отливали плоские слитки с поперечным сечением 510×1200 мм. Отливку слитка производили на литейной машине с тросовым приводом. После отливки осуществляли гомогенизацию слитков по известным режимам. Химический состав сплава указан в табл. 3. Результаты исследования слитков приведены в табл. 4.

Табл.3

	Содержание элементов, масс %								
	Zn	Mg	Cu	Zr	Ti	Cr	Mn	Fe	Si
	6,26	2,3	1,83	0,10	0,04	0,003	0,008	0,13	0,041
Требования нормативной документации	5,5-6,7	2,0-2,6	1,4-2,2	0,08-0,16	0,02-0,07	≤0,05	≤0,1	≤0,15	≤0,1

Табл. 4

5	Содержание водорода по твердой пробе, см ³ /100г	Коэффициент поглощения ультразвуковых колебаний, Дб/см		Средний размер зерна слитка, мкм	Средний размер интерметаллидов, мкм	
		10	10			
		Центр сечения слитка	½ толщины сечения слитка			
	0,11	1,19	1,17	140	5,2	
	Требования нормативной документации	≤0,2	≤2,0	≤2,0	-	-

Из отлитых и фрезерованных слитков изготовлены крупногабаритные прессованные профили с площадью поперечного сечения 670 см. После прессования профили подвергались закалке, правке и искусственному старению. Качество профилей после ультразвукового контроля, испытаний механических свойств и металлографического анализа в полной мере соответствует нормативно-технической документации.

Полученные результаты исследования лигатуры, слитков и прессованных профилей показали, что использование предлагаемого изобретения позволяет улучшить качество слитков в части ограничения размера интерметаллидов, снизить склонность к горячеломкости, а также дает возможность уменьшить объем шихтовых материалов и сократить время их приготовления.

25 (57) Формула изобретения

Лигатура для алюминиевых сплавов, легированных цирконием и титаном, систем Al-Zn-Mg-Cu и Al-Cu-Mg, содержащая медь, цирконий, алюминий и неизбежные примеси, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит титан при следующем соотношении компонентов, мас. %:

30	Медь	27-33
	Цирконий	3,5-4,5
	Титан	0,5-2,0
	Алюминий и неизбежные примеси	остальное

35

40

45