

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2682191

### ЛИГАТУРА ДЛЯ ЖАРОПРОЧНЫХ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Савченков Сергей Анатольевич (RU), Бажин Владимир Юрьевич (RU), Бричкин Вячеслав Николаевич (RU)*

Заявка № 2018119096

Приоритет изобретения 23 мая 2018 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 15 марта 2019 г.

Срок действия исключительного права на изобретение истекает 23 мая 2038 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C22C 23/06 (2018.08); C22C 35/00 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018119096, 23.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.05.2018

Дата регистрации:  
15.03.2019

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 23.05.2018

(45) Опубликовано: 15.03.2019 Бюл. № 8

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий (отдел  
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):  
Савченков Сергей Анатольевич (RU),  
Бажин Владимир Юрьевич (RU),  
Бричкин Вячеслав Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: БЕЛКИН Г.И. Производство  
магниево-циркониевых лигатур и сплавов.  
М., ЗАО "Металлургиздат", 2001, с.29. RU  
2351675 C1, 10.04.2009. RU 2450068 C1,  
10.05.2012. JP 2006016658 A, 19.01.2006. JP  
2004099941 A, 02.04.2004.

## (54) ЛИГАТУРА ДЛЯ ЖАРОПРОЧНЫХ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

(57) Реферат:  
Изобретение относится к литейному  
производству и может быть использовано при  
получении жаропрочных сплавов на основе  
магния марок МЛ10, МЛ19 и в системах: Mg-Y-  
Sm-Zn-Zr, Mg-Sn-Zn-Y, Mg-Gd-Y-Zn-Mn, Mg-Y-Zn-  
Zr, Mg-Gd-Y-Zn-Zr. Лигатура содержит, мас. %:

цинк 10-40, иттрий 15-40, магний - остальное.  
Изобретение позволяет полностью и равномерно  
распределить легирующие элементы в  
жаропрочных магниевых сплавах, при этом  
лигатура предложенного состава обладает  
повышенной технологичностью. 3 пр.

RU 2 682 191 C1

RU 2 682 191 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C22C 23/06* (2006.01)  
*C22C 35/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C22C 23/06 (2018.08); C22C 35/00 (2018.08)*

(21)(22) Application: **2018119096, 23.05.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**23.05.2018**

Registration date:  
**15.03.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **23.05.2018**

(45) Date of publication: **15.03.2019** Bull. № 8

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet", otdel intellektualnoj sobstvennosti i  
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Savchenkov Sergej Anatolevich (RU),  
Bazhin Vladimir Yurevich (RU),  
Brichkin Vyacheslav Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)**

(54) **LIGATURE FOR HEAT-RESISTANT MAGNESIUM ALLOYS**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to foundry and can be used in the production of high-temperature alloys based on magnesium grades ML10, ML19 and in systems: Mg-Y-Sm-Zn-Zr, Mg-Sn-Zn-Y, Mg-Gd-Y-Zn-Mn, Mg-Y-Zn-Zr, Mg-Gd-Y-Zn-Zr. Ligature contains, by wt. %: zinc 10–40, yttrium 15–40,

magnesium – the rest.

EFFECT: invention makes it possible to completely and evenly distribute the alloying elements in high-temperature magnesium alloys, while the ligature of the proposed composition has a high processability.

1 cl, 3 ex

Изобретение относится к литейному производству и может быть использовано при получении жаропрочных сплавов на основе магния марок МЛ10, МЛ19 и в системах: Mg-Y-Sm-Zn-Zr, Mg-Sn-Zn-Y, Mg-Gd-Y-Zn-Mn, Mg-Y-Zn-Zr, Mg-Gd-Y-Zn-Zr и др. Введение в сплав легирующих компонентов, различающихся по плотности, температуре плавления и другим характеристикам, невозможно без применения лигатуры, которая по физическим параметрам должна быть близка к магнию, и которая позволяет получать однородный бездефектный сплав с заданными характеристиками.

Известна магниевая лигатура (Wei Guobing, Peng Xiaodong, Li Junchen, Xie Weidong, Wei Qunyi. Structure Heredity Effect of Mg-10Y Master Alloy in AZ31 Magnesium Alloy. Rare Metal Materials and Engineering Volume 42, Issue 10, October 2013, Pages 2009-2013), содержащая: 90 мас. % магния и 10 мас. % иттрия.

Недостатками этой лигатуры являются низкое содержание иттрия, а также нестабильность эффекта легирования и модифицирования.

Известна магниевая лигатура (Труды Гиредмета, том 74 Под редакцией И.Ф. Полетаева, К.М. Рубайловой. Москва «Металлургия» 1977. С. 22), содержащая 98 мас. % магния и 2 мас. % иттрия.

Недостатками этой лигатуры являются низкое содержание иттрия, а также нестабильность эффекта легирования и модифицирования. Так же недостатком является состав лигатуры, так как жаропрочные сплавы на основе магния марок МЛ10, МЛ19 содержат несколько легирующих компонентов, то для получения необходимого состава сплава наиболее рационально использование тройных лигатур.

Известна магниевая лигатура (Техническая характеристика: [on-v.com.ua/tovary/materialy/ligatury-na-osnove-cinka-ot-kbm-affilips](http://on-v.com.ua/tovary/materialy/ligatury-na-osnove-cinka-ot-kbm-affilips)), содержащая: 45 мас. % магния и 55 мас. % цинка.

Недостатком этой лигатуры является нестабильность эффекта легирования. Так же недостатком является состав лигатуры, так как жаропрочные сплавы на основе магния марок МЛ10, МЛ19 содержат несколько легирующих компонентов, то для получения необходимого состава сплава наиболее рационально использование тройных лигатур.

Известна магниевая лигатура (Белкин Г.И. Производство магниевых-циркониевых лигатур и сплавов. М.: ЗАО «Металлургиздат», 2001. С. 29), содержащая 77 мас. % магния, 13 мас. % цинка и 10 мас. % циркония.

Недостатками лигатуры являются нестабильность эффекта легирования.

Известна магниевая лигатура (Белкин Г.И. Производство магниевых-циркониевых лигатур и сплавов. М.: ЗАО «Металлургиздат», 2001. С. 29), принятая за прототип, содержащая: 30 мас. % магния, 60 мас. % цинка и 10 мас. % циркония.

Недостатками лигатуры являются нестабильность эффекта легирования, а также ее состав, поскольку использование данной лигатуры при легировании магния не обеспечивает получение требуемых жаропрочных магниевых сплавов в заданных пределах содержания легирующих компонентов.

Техническим результатом изобретения является создание лигатуры с равномерным распределением легирующих компонентов, при использовании которой повышается стабильность эффекта легирования и модифицирования жаропрочных магниевых сплавов.

Технический результат достигается тем, что лигатура дополнительно содержит иттрий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

цинк	10-40
иттрий	15-40

магний

остальное.

Заявляемый состав лигатуры для жаропрочных магниевых сплавов включает в себя следующие компоненты:

5	- цинк	10-40
	- иттрий	15-40
	- магний	остальное

Содержание в лигатуре цинка в количестве от 10 до 40 мас. % позволяет увеличить плотность лигатуры до значений, значительно превышающих плотность жаропрочного магниевого сплава, что обеспечивает погружение лигатуры под слой флюса, где происходит ее растворение при высоком усвоении цинка и иттрия легируемым расплавом. При содержании цинка менее 10 мас. % плотность лигатуры уменьшается, что приведет к снижению степени усвоения ее активных компонентов расплавом, а содержание цинка более 40 мас. % приводит к снижению качества лигатуры и повышению ее хрупкости.

Содержание в лигатуре иттрия в количестве от 15 до 40 мас. % позволяет обеспечить высокое усвоение иттрия легируемым расплавом. Содержанию в лигатуре иттрия менее 15 мас. % экономически не оправдано, поскольку сама лигатура производится с целью введения иттрия в легируемый расплав, а содержание иттрия более 40 мас. % приводит к образованию грубых интерметаллидов в лигатуре, что в дальнейшем отрицательно сказывается при легировании жаропрочных магниевых сплавов.

Изготовление лигатуры осуществляют следующим образом. Предварительно в реакционный тигель загружают чушковой цинк, магний и смесь солей состава: фторид иттрия, фторид натрия, хлорид калия, хлорид натрия, после чего тигель устанавливают в плавильную печь. После расплавления смеси солей, а также магния и цинка, начинается процесс восстановления иттрия. После проведения полной восстановительной реакции полученную лигатуру разливают в изложницы.

Состав поясняется следующими примерами.

Пример 1. Предварительно в реакционный тигель загружают чушковой цинк, чушковой магний и перемешанную смесь солей состава: фторид иттрия, фторид натрия, хлорид калия, хлорид натрия, после чего тигель устанавливают в плавильную печь. После расплавления смеси солей, а также магния и цинка проводят перемешивание расплава. После проведения полной восстановительной реакции полученную лигатуру, следующего состава: цинк 40 мас. %, иттрий 40 мас. %, магний остальное, разливают в изложницы. После чего полученной лигатурой легируют жаропрочный магниевый сплав. При использовании полученной лигатуры повышается стабильность эффекта легирования и модифицирования в жаропрочных магниевых сплавах.

Пример 2. Предварительно в реакционный тигель загружают чушковой цинк, чушковой магний и перемешанную смесь солей состава: фторид иттрия, фторид натрия, хлорид калия, хлорид натрия, после чего тигель устанавливают в плавильную печь. После расплавления смеси солей, а также магния и цинка проводят перемешивание расплава. После проведения полной восстановительной реакции полученную лигатуру, следующего состава: цинк 10 мас. %, иттрий 15 мас. %, магний остальное, разливают в изложницы. После чего полученной лигатурой легируют жаропрочный магниевый сплав. При использовании полученной лигатуры повышается стабильность эффекта легирования и модифицирования в жаропрочных магниевых сплавах.

Пример 3. Предварительно в реакционный тигель загружают чушковой цинк, чушковой магний и перемешанную смесь солей состава: фторид иттрия, фторид натрия,

хлорид калия, хлорид натрия, после чего тигель устанавливают в плавильную печь. После расплавления смеси солей, а также магния и цинка проводят перемешивание расплава. После проведения полной восстановительной реакции полученную лигатуру, следующего состава: цинк 20 мас. %, иттрий 22,5 мас. %, магний остальное, разливают в изложницы. После чего полученной лигатурой легируют жаропрочный магниевый сплав. При использовании полученной лигатуры повышается стабильность эффекта легирования и модифицирования в жаропрочных магниевых сплавах.

Таким образом, как показано в вышеприведенном описании изобретения, достигается технический результат, заключающийся в создании лигатуры с равномерным распределением легирующих компонентов, при использовании которой повышается стабильность эффекта легирования и модифицирования в жаропрочных магниевых сплавах.

Предложенное техническое решение может быть использовано в известных из уровня техники жаропрочных магниевых сплавах.

15

#### (57) Формула изобретения

Лигатура для жаропрочных магниевых сплавов, содержащая магний и цинк, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит иттрий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

20

цинк	10-40
иттрий	15-40
магний	остальное

25

30

35

40

45