



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C22C 23/06 (2022.05)

(21)(22) Заявка: 2021126472, 07.09.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.09.2021

Дата регистрации:  
11.10.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.09.2021

(45) Опубликовано: 11.10.2022 Бюл. № 29

Адрес для переписки:

445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул.  
Белорусская, 14, ФГБОУ ВО "Тольяттинский  
государственный университет", ОИС,  
Правовое управление

(72) Автор(ы):

Мерсон Дмитрий Львович (RU),  
Виноградов Алексей Юрьевич (RU),  
Засыпкин Сергей Васильевич (RU),  
Иртегов Иван Георгиевич (RU),  
Иртегов Алексей Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Тольяттинский  
государственный университет" (ТГУ) (RU),  
Общество с ограниченной ответственностью  
"Соликамский опытно-металлургический  
завод" (СОМЗ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2753660 C1, 19.08.2021. WO  
2010038016 A1, 08.04.2010. RU 2513323 C2,  
20.04.2014. JP 2004099940 A, 02.04.2004. WO  
2011117630 A1, 29.09.2011. CN 0106435316 A,  
22.02.2017.

## (54) ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЙ МАГНИЕВЫЙ ЛИТЕЙНЫЙ СПЛАВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к литейным сплавам на магниевой основе, и может быть применено при изготовлении деталей в автомобилестроении, ракетно-космической и авиационной промышленности, а также корпусных деталей различной электронной аппаратуры, работающих в условиях повышенной вероятности внезапного скачка температуры или прямого воздействия пламени. Пожаробезопасный магниевый

литейный сплав содержит, мас. %: иттрий 5-8, цинк 1,5-3, неодим 0-2, цирконий 0,3-1, церий и/или иттербий и/или европий суммарно 0,2-1%, магний - остальное, при этом сплав имеет температуру воспламенения на уровне 1000°C. Изобретение направлено на повышение температуры воспламенения сплава при сохранении высокой прочности и пластичности магниевого сплава. 1 пр.

RU 2 781 338 C1

RU 2 781 338 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C22C 23/06 (2022.05)*

(21)(22) Application: **2021126472, 07.09.2021**

(24) Effective date for property rights:  
**07.09.2021**

Registration date:  
**11.10.2022**

Priority:

(22) Date of filing: **07.09.2021**

(45) Date of publication: **11.10.2022 Bull. № 29**

Mail address:

**445020, Samarskaya obl., g. Tolyatti, ul.  
Belorusskaya, 14, FGBOU VO "Tolyattinskij  
gosudarstvennyj universitet", OIS, Pravovoe  
upravlenie**

(72) Inventor(s):

**Merson Dmitrij Lvovich (RU),  
Vinogradov Aleksej Yurevich (RU),  
Zasyplin Sergej Vasilevich (RU),  
Irtegov Ivan Georgievich (RU),  
Irtegov Aleksej Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Tolyattinskij gosudarstvennyj  
universitet" (TGU) (RU),  
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu  
"Solikamskij opytno-metallurgicheskij zavod"  
(SOMZ) (RU)**

(54) **FIRE-RESISTANT MAGNESIUM CASTING ALLOY**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to the field of metallurgy, namely, to magnesium-based casting alloys, and can be applied in manufacturing parts in the automotive, rocket and space, and aviation industries, as well as body parts of various electronic equipment operating in settings of high probability of a sudden temperature jump or direct impact of flame. Fire-resistant magnesium casting alloy contains, % wt.:

yttrium 5 to 8, zinc 1.5 to 3, neodymium 0 to 2, zirconium 0.3 to 1, cerium, and/or ytterbium, and/or europium in total 0.2 to 1%, magnesium the rest, wherein the alloy has an ignition point of 1,000°C.

EFFECT: increase in the ignition point of the alloy with the maintained high strength and plasticity of the magnesium alloy.

1 cl, 1 ex

RU 2 781 338 C1

RU 2 781 338 C1

Изобретение относится к области металлургии, а именно к литейным сплавам на магниевой основе, и может быть применено при изготовлении деталей в автомобилестроении, ракетно-космической и авиационной промышленности, а также корпусных деталей различной электронной аппаратуры и т.д., работающих в условиях повышенной вероятности внезапного скачка температуры или прямого воздействия пламени. Литейный сплав содержит, масс. %: иттрий 5-8, цинк 1,5-3, неодим 0-2, цирконий 0,3-1, РЗМ церий и/или иттербий и/или европий суммарно 0,2-1%, магний - остальное. Сплав характеризуется удовлетворительными механическими свойствами и повышенной температурой возгорания - на уровне 1000°C. Режим термообработки сплава включает в себя гомогенизационный отжиг при температурах от 450°C до 545°C, закалку под вентилятором или в горячую воду от температур от 450°C до 545°C, последующее старение при температуре 200°C в течение 8-100 часов.

Магниевые сплавы, как одни из самых легких металлических материалов, наиболее востребованы в конструкциях, требующих снижения веса, главным образом, в транспортных системах: авиакосмическая, автомобильная, высокоскоростная железнодорожная техника. К числу наиболее металлоемких изделий указанной техники относятся корпуса двигателей, крышки, кронштейны и др., изготавливаемые с помощью литья, т.е. из литейных сплавов. Соответственно, к таким сплавам с каждым годом предъявляются все более высокие требования, как по прочностным характеристикам, так и по технологическим и функциональным свойствам. В частности, для корпусов двигателей выдвигаются особо высокие требования по температуре воспламенения. Существуют различные способы улучшения свойств материалов, многие из которых (в частности современные методы интенсивной пластической деформации) не применимы к литейным сплавам. Поэтому для литейных сплавов, по сути, есть только три основных способа улучшения их свойств: (1) модификация химического состава (система легирования), (2) оптимизация технологии литья и термической обработки и (3) модификация поверхности (обработка поверхности, нанесений покрытий и т.п.).

Магниевые сплавы отличаются своей пожароопасностью. Они способны воспламеняться даже при 400°C, что накладывает ряд ограничений на области их применения. Например, магниевые сплавы запрещено использовать в салоне пассажирских самолетов.

Проблемой снижения пожароопасности магниевых сплавов занимается множество различных научных групп, и предлагаемые ими способы значительно отличаются друг от друга. Тем не менее, можно выделить три основных направления, с помощью которых получается достичь некоторого результата: 1) нанесение покрытий на поверхность сплава; 2) легирование сплава кальцием; 3) легирование сплава РЗМ.

Так, например, литейный магниевый сплав (RU 2506337 C1, МПК C22C 23/02, дата подачи заявки 13.11.2012) содержит, масс. %: алюминий 7,5-9,0, цинк 0,2-0,8, марганец 0,15-0,5 и кальций 0,1-0,4, магний - остальное. Сплав характеризуется удовлетворительными механическими свойствами: пределом прочности 246 МПа, пластичностью 2,5%, а также температурой воспламенения сплава - не ниже 650°C.

Литейный магниевый сплав (CN 101787473 A, МПК B22D 21/04 дата подачи заявки 28.07.2010) содержит, масс. %: гадолиний 5,0-12,0, европий 0,5-3,0, марганец 0-0,8, цирконий 0-0,8, остальное - магний, - обладает следующими характеристиками: температура воспламенения 740°C, предел прочности 220 МПа, относительное удлинение 5%.

В патенте CN 106435316 A, МПК C22C 1/03 дата подачи заявки 02.22.2017, описан сплав, содержащий, масс. %: цинк 0,2-0,7, цирконий 0,4-1,0, неодим 2,0-2,8, церий 0-3,0,

лантан 0-3,0, остальное магний, который обладает еще более высокими физико-механическими характеристиками: температура воспламенения 754°C, предел прочности 233 МПа, относительное удлинение 5%.

Интересен магниевый литейный сплав (СN 109881068 А, МПК С22С 1/03 дата подачи заявки 14.06.2019) содержит, масс. %: неодим 5,0-7,0, церий 3,0-3,5, алюминий 2,0-2,5, кремний 0,5-0,8, серебро 1,5-2,0, ниобий 0,8-1,0, остальное магний, температура воспламенения которого порядка 800°C, предел прочности 280 МПа.

Все упомянутые сплавы обладают недостаточно высокой температурой воспламенения для широкого применения в промышленности.

Задачей изобретения является создание литейного магниевое сплава, обладающего повышенным значением температуры воспламенения и, в то же время, удовлетворительными механическими характеристиками.

Техническим результатом изобретения является существенное увеличение температуры воспламенения с сохранением достаточно высоких значений прочности и пластичности литейного магниевое сплава.

Технический результат достигается тем, что, согласно изобретению, пожаробезопасный магниевый литейный сплав содержит, масс. %: иттрий 5-8, цинк 1,5-3, неодим 0-2, цирконий 0,3-1, РЗМ церий и/или иттербий и/или европий суммарно 0,2-1%, магний - остальное.

Сплав характеризуется удовлетворительными механическими свойствами и повышенной температурой возгорания - на уровне 1000°C. Термообработка сплава проводится по следующему режиму: гомогенизационный отжиг при температурах от 450°C до 545°C, закалку под вентилятором или в горячую воду от температур от 450°C до 545°C, последующее старение при температуре 200°C в течение 8-100 часов.

В качестве конкретного примера реализации предлагаемого изобретения приведем результаты исследования двух сплавов следующего химического состава:

- 1) 6.8Y+2.5Zn+0.6Zr+0.4Yb+0.2Eu, остальное Mg (все в масс. %)
- 2) 6.8Y+3.0Zn+2.0Nd+0.6Zr+0.3Yb+0.3Ce, остальное Mg (все в масс. %).

Сплавы заданного состава были выплавлены по следующей процедуре. Расчетное количество чушкового магния Mg95B расплавляли в тигле при 740°C. После охлаждения расплава до 720°C в тигель помещали механическую мешалку и осуществляли перемешивание в течение 5-10 минут при средних оборотах. Далее, не отключая перемешивание, в перфорированную корзину добавляли необходимые металлические компоненты и лигатуру MgZr (для измельчения зеренной структуры). После добавления последнего компонента мешалку отключали, отстаивали расплав в течение 10-15 минут и брали из него пробу на химический анализ. Далее расплав заливали в предварительно прогретый до 300-350°C и покрытый разделительным покрытием стальной кокиль. В процессе кристаллизации отливки в ее прибыльную часть доливали горячий металл. Полученные отливки представляли собой слитки в виде цилиндрических чушек диаметром  $d \approx 60$  мм и длиной  $l \approx 250$  мм

Химический состав сплава исследовали непосредственно перед разливкой с помощью оптического спектрометра SPECTROMAX, а после разливки - высокоточного оптико-эмиссионного спектрометра ARL 4460-1632.

Термообработку проводили в муфельной печи электросопротивления в среде защитного газа. Материал помещали в разогретую до 540°C печь и выдерживался в течение 12 часов, по истечении времени выдержки материал доставали из печи и охлаждали под вентилятором. Спустя 8-12 часов закаленный сплав помещали в разогретую до 200°C муфельную печь и выдерживали еще в течение 12 часов. По

прошествии 12 часов старения сплав охлаждался вместе с печью.

Образцы для испытаний на растяжение вырезали непосредственно из термообработанных слитков с применением смазочно-охлаждающей жидкости.

5 Пятикратные пропорциональные цилиндрические образцы диаметром 6 мм изготавливали методом токарной обработки. Испытания на растяжение проводили на универсальной испытательной машине Н50КТ в соответствии с «ГОСТ 1497-84. 10 Металлы. Методы испытаний на растяжение». Длина рабочей части и базы экстензометра составляла 30 мм, а скорость перемещения траверсы - 5 мм/мин.

Для испытаний на воспламеняемость из сплавов, прошедших термообработку, 10 изготавливали кубические образцы со сторонами  $\approx 15$  мм. Такой образец помещался в муфельную печь комнатной температуры и производился нагрев со скоростью  $200^\circ\text{C}/\text{час}$ . Параллельно с нагревом осуществляли видеофиксацию контроллера печи с показаниями термодары и ежеминутную фотофиксацию образца через глазок печи. Температуру воспламенения определяли как расчетную температуру, которая должна 15 быть в печи по прошествии того количества минут, которое соответствует порядковому номеру фотографии образца, на которой фиксировалось резкое изменение интенсивности его свечения.

Фактические характеристики сплавов указанных составов после термообработки по режиму Т6 составили, соответственно: предел прочности 245 и 250 МПа; 20 относительное удлинение 8 и 3%, температура воспламенения  $1020$  и  $1040^\circ\text{C}$ .

#### (57) Формула изобретения

Пожаробезопасный магниевый литейный сплав, содержащий иттрий, цинк, неодим, цирконий, отличающийся тем, что он дополнительно содержит иттрий, церий, и/или 25 иттербий, и/или европий при следующем соотношении компонентов, мас. %: иттрий 5-8, цинк 1,5-3, неодим 0-2, цирконий 0,3-1, церий, и/или иттербий, и/или европий суммарно 0,2-1%, магний - остальное, при этом сплав имеет температуру воспламенения на уровне  $1000^\circ\text{C}$ .

30

35

40

45