



(51) МПК

*C22C 35/00* (2006.01)*C22C 19/00* (2006.01)*C22C 23/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007132396/02, 27.08.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.08.2007

(45) Опубликовано: 27.02.2009 Бюл. № 6

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 3794484 A, 26.02.1974. EP 0142585  
A, 29.05.1985. GB 2129439 A, 16.05.1984. RU  
2234553 C1, 20.08.2004.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, Центр  
интеллектуальной собственности, Т.В.Маркс

(72) Автор(ы):

Исаков Николай Николаевич (RU),  
Логинов Юрий Николаевич (RU),  
Мысик Раиса Константиновна (RU),  
Титова Анна Григорьевна (RU),  
Брусницын Сергей Викторович (RU),  
Еремин Алексей Александрович (RU),  
Котов Дмитрий Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Уральский государственный технический  
университет УГТУ-УПИ" (RU)

## (54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ЛИГАТУРЫ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ И МАГНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности, к производству лигатур и модифицирующих добавок. Способ включает загрузку в тигель, нагрев, расплавление сначала магния, а затем - никеля, разливку расплава. В тигле получают расплав флюса, в него загружают магний, температуру которого поддерживают постоянной на уровне 650-700 °С до полного растворения магния. После этого добавляют никель, постепенно снижая температуру расплава до 510-560°С до достижения концентрации никеля

22-24%, а затем добавляют оставшееся количество никеля с постепенным повышением температуры расплава до 1150-1200°С. Вместе с магнием в тигель загружают редкоземельный металл или сплав, содержащий редкоземельный металл или редкоземельные металлы. В качестве редкоземельного металла используют церий. Сплав, содержащий редкоземельные металлы, представляет собой мишметалл. Изобретение позволяет уменьшить угар металла лигатуры при взаимодействии ее расплава с атмосферой. 3 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 347 836** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.

*C22C 35/00* (2006.01)

*C22C 19/00* (2006.01)

*C22C 23/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007132396/02, 27.08.2007**

(24) Effective date for property rights: **27.08.2007**

(45) Date of publication: **27.02.2009 Bull. 6**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, Tsentral'nyj intellektual'noj sobstvennosti, T.V.Marks**

(72) Inventor(s):

**Isakov Nikolaj Nikolaevich (RU),  
Loginov Jurij Nikolaevich (RU),  
Mysik Raisa Konstantinovna (RU),  
Titova Anna Grigor'evna (RU),  
Brunsitsyn Sergej Viktorovich (RU),  
Eremin Aleksej Aleksandrovich (RU),  
Kotov Dmitrij Anatol'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet UGTU-UPI" (RU)**

(54) **METHOD OF ALLOY PRODUCTION ON BASE OF NICKEL AND MAGNESIUM**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention refers to metallurgy, particularly to production of alloys and modifying additives. The method includes charging into crucible, heating, melting first magnesium, then nickel, and melt tapping. Flux melting is produced in the crucible, further magnesium is loaded into the crucible the temperature of which is maintained constant at 650-700°C level to complete dissolution of magnesium. Further nickel is added gradually lowering temperature to 510-560°C

till achieving nickel concentration of 22-24%; then the rest amount of nickel is added with a gradual raising temperature of the melt to 1150-1200°C. A rare earth metal or alloy containing rare earth metal or rare earth metals is charged into the crucible together with magnesium. Cerium is used as a rare earth metal. Alloy containing rare earth metals corresponds to a misch metal.

EFFECT: reduced metal loss of alloy at interaction of melt with atmosphere.

4 cl, 2 ex

RU 2 347 836 C1

RU 2 347 836 C1

Предлагаемый объект относится к области металлургии, в частности, к обработке расплавов металлов и сплавов легирующими и модифицирующими добавками.

Из уровня техники известны составы и конфигурация модифицирующих и легирующих добавок в расплавы металлов, позволяющих улучшить структуру выплавляемого сплава, однородность распределения легирующих компонентов, степень усвоения лигатур [1].

Одним из металлов, позволяющих осуществить процесс модифицирования, является церий. Другим элементом, позволяющим осуществить десульфурацию расплава (железа, меди и др.) является магний. В состав лигатур вводят также утяжеляющие добавки тяжелых цветных металлов (никеля, меди), что позволяет сообщить лигатуре более высокую плотность, в результате при добавке в расплав базового металла, куски лигатуры тонут, что предотвращает угар. Эти элементы входят в состав лигатур, используемых для обработки расплавов черных металлов.

Так, для улучшения свойств металла в европейском патенте [2] предлагается обрабатывать расплав чугуна лигатурой, содержащей 0,1...10% кремния, 0,5...4,0% магния, до 10% никеля и до 2% церия. В патенте Великобритании [3] для производства ковкого чугуна, в особенности перлитного состава, предлагается использовать лигатуру, содержащую 20...70% меди, 6...30% магния, 1,2...2% церия, никель - остальное. Использование лигатуры позволяет получить чугун с шаровидным графитом, за счет чего повышаются прочностные свойства металла.

Использование церия в качестве модифицирующей добавки, наряду с магнием, никелем и кремнием предусмотрено также в патентах Германии [4, 5]. Это позволяет получить ковкий чугун с ферритной структурой и компактной формой графита.

Для нужд заводов черной металлургии в России выпускается лигатура в соответствии с нормативным документом [6]. Лигатура по прототипу предназначена для модифицирования и легирования сплавов и содержит 85% никеля, 14-17% магния, 0,4-0,6% церия, остальное - никель. Лигатура предназначена для легирования и модифицирования расплава чугуна с целью формирования в структуре графита шаровидной формы. Наличие в составе чугуна таких компонентов, как магний, церий, никель улучшает эксплуатационные свойства изделий, выполненных из этого материала, например, уменьшается ударно-абразивный износ, на что указывается в патенте [7].

Вместе с тем существуют технические трудности при получении самой лигатуры названного состава, поэтому важны приемы ее производства. Такие компоненты лигатуры как магний и церий обладают повышенным сродством к кислороду, поэтому при высоких температурах, характерных для выплавки сплава, большая часть компонентов подвержена угару. Происходит это потому, что разница между температурами плавления исходных металлов слишком высока (температуры плавления никеля, магния и церия соответственно равны 1453°C, 651°C, 804°C, температуры кипения 3000°C, 1108°C, 3600°C). Более легкоплавкие компоненты - магний и церий подвергаются перегреву при достижении температуры плавления более тугоплавкого компонента - никеля. Магний при температуре плавления никеля находится в состоянии кипения.

Известен способ производства лигатуры на основе никеля и легкоплавких компонентов: магния и алюминия [8]. Способ включает загрузку в тигель, нагрев, расплавление магния и никеля и разливку расплава. Нагрев шихты производится в индукционной печи смеси исходных компонентов при температуре 750-1650°C до тех пор, пока смесь не перейдет в состояние расплава, затем производится разливка в изложницы и охлаждение до затвердевания. Рекомендовано использовать именно индукционный нагрев для обеспечения перемешивания расплава и достижения однородности химического состава. Вместе с тем могут быть применены газопламенные или электрические печи при условии наличия устройств перемешивания расплава, а также устройств контроля печной атмосферы.

Недостаток способа по прототипу заключается в необходимости развития высокой температуры плавки для достижения состояния расплава. Судя по приведенному в прототипе примеру для получения лигатуры в зависимости от ее химического состава

необходимо обеспечить температуру плавки от 1050 до 1580°C, поскольку все шихтовые материалы в тигель загружаются одновременно. Такая высокая температура неблагоприятно сказывается на условиях плавки. Входящий в состав шихты магний имеет низкую температуру плавления 651°C и низкую температуру кипения 1108°C, поэтому в

5 условиях плавки существует опасность его испарения, окисления и возгорания. Судя по описанию к патенту, граница расплава и воздушной среды остается открытой, что усугубляет опасность взаимодействия всех металлов, входящих в состав плавки, с атмосферой.

10 Задачей, поставленной в настоящем техническом решении, является уменьшение угара металла, входящего в состав лигатуры при взаимодействии ее расплава с атмосферой и снижение энергозатрат.

Задача решается тем, что в отличие от прототипа, перед нагревом магния в тигле получают расплав флюса, в него загружают магний, при этом температуру расплава поддерживают постоянной на уровне 650-700°C до полного растворения магния. После

15 этого добавляют никель, постепенно снижая температуру расплава до 510-560°C до достижения концентрации никеля 22-24%, а затем добавляют оставшееся количество никеля с постепенным повышением температуры расплава до 1150-1200°C.

Наведение в тигле расплава флюса позволяет создать защиту расплава от окисления, что особенно важно при плавке такого металла, как магний, который имеет повышенное сродство к кислороду и повышенную пирофорность. Поддержание температуры металла при ведении плавки магния на уровне не ниже 650°C обеспечивает существование жидкой фазы металла. Верхняя граница температурного диапазона, равная 700°C, обеспечивает отсутствие перегрева металла. Разница температур между 650 и 700°C составляет 50°C,

20 что обусловлено точностью измерения и поддержания этого диапазона. Условия достижения полного растворения магния обусловлены массой расплава и мощностью плавильного агрегата, поэтому время достижения полного растворения зависит от особенностей плавки и заранее не может быть регламентировано.

При наличии расплава флюса полностью расплавленного магния добавляют в расплав

30 никель. По сравнению с магнием никель является более тугоплавким металлом, его температура плавления составляет 1453°C. Именно поэтому энергетически невыгодно сначала плавить никель, а затем вводить в него значительно более легкоплавкий магний. Следует также учесть, что в диаграмме состояния магний-никель существует легкоплавкая эвтектика. Наименьшая температура ликвидус в этой системе равна 508°C [9] и

35 достигается при содержании никеля 23% (здесь и далее применяются массовые проценты). На практике точность нормирования никеля составляет 1-2%, поэтому диапазон содержания никеля в упомянутом расплаве составляет 22-24%. Таким образом, температура расплава при содержании никеля от 0 до 23% может быть понижена, что уменьшает количество металла, переходящего в окислы. Как известно, перешедший в

40 окислы магний не удается восстановить в условиях обычной плавки, поэтому потери металла при таком переходе являются безвозвратными.

Нижняя температурная граница этого этапа плавки составляет 510°C, что на 2°C выше температуры ликвидус, и это позволяет поддерживать сплав в жидком состоянии. Верхняя температурная граница этого этапа составляет 560°C, таким образом, разница температур

45 между 560 и 510°C составляет 50°C, что обусловлено точностью измерения и поддержания этого диапазона. Снижение температуры расплава приводит также к понижению энергозатрат, поскольку тепловые потери напрямую связаны с перегревом металла и оснастки.

При достижении содержания никеля в магнии 23% полученный металлический расплав приобретает значительно более высокую плотность, чем магний в жидкой фазе. При

50 температуре 650°C плотность магния составляет 1,6 г/см<sup>3</sup>, а при содержании никеля 23% плотность металлического расплава увеличивается до 3,3 г/см<sup>3</sup>, это позволяет применить флюсы, имеющие повышенную плотность и защищающие от окисления поверхность

полученного металлического расплава при повышении температуры. Поэтому при повышении температуры окисления поверхности расплава не происходит.

При повышении содержания никеля более 23% (и не более 85%) происходит постепенное повышение температуры ликвидус до 1145°C. Поэтому для поддержания расплава в состоянии жидкой фазы оставшееся количество никеля добавляют в металлический расплав с постепенным повышением температуры расплава до 1150-1200°C. Нижняя температурная граница этого этапа назначена из условия минимального перегрева над линией солидус при наибольшем содержании никеля. Верхняя температурная граница этого этапа составляет 1200°C, таким образом, разница температур между 1150 и 1200°C составляет 50°C, что обусловлено точностью измерения и поддержания этого диапазона.

Вместе с магнием в тигель можно загружать редкоземельный металл или сплав, содержащий редкоземельный металл или редкоземельные металлы. Тем самым выплавляется лигатура на основе никеля и магния с добавками редкоземельного металла или металлов.

В качестве редкоземельного металла используют церий. Это позволяет изготовить лигатуру, наиболее широко применяемую в черной металлургии для производства чугунов с улучшенными свойствами.

Пример 1. В тигле получили расплав флюса состава NaCl - 45%, KCl 45%, Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> - 10%, имеющий плотность 2,2 г/см<sup>3</sup> (1,4 от плотности магния). Загружали магний, при этом температуру расплава поддерживали постоянной на уровне 650-700°C до полного растворения магния, затем добавляли никель, постепенно снижая температуру расплава до 510- 560°C до достижения концентрации никеля 22-24%. Добавляли оставшееся количество никеля с постепенным повышением температуры расплава до 1150-1200°C. Расплав разливали в изложницы и охлаждали. В результате получили лигатуру с химическим составом: 15% магния, остальное - никель. По сравнению с плавкой одновременно загруженных компонентов - магния и никеля достигли снижения угара магния на 18%. По сравнению с прототипом уменьшены энергозатраты вследствие значительного снижения температуры выдержки расплава на первых стадиях плавки.

Пример 2. При последовательности операции, описанной в предыдущем примере, вместе с магнием в тигель загружали редкоземельный металл церий в составе мишметалла. В результате получили лигатуру с химическим составом: 13% магния, 0,55% церия, остальное - никель. По сравнению с плавкой одновременно загруженных компонентов - магния и никеля, и церия достигли снижения угара магния на 15%, церия - на 20%.

Технический результат от применения заявляемого объекта заключается в уменьшении угара металла лигатуры при взаимодействии ее расплава с атмосферой и снижении энергозатрат.

#### Литература

1. Отливки из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом. / Э.В.Захарченко, Ю.Н.Левченко, В.Г.Горенко и др. Киев: Наукова Думка, 1986.248 с.

2. Европейский патент EP0142585. Alloy and process for producing ductile and compacted graphite cast irons. Appl.: ELKEM METALS (US). Inv.: MCCLUHAN THOMAS K; WELLS III JAMES ENOCH; LINEBARGER HENRY F. IPC C22C 33/08; C22C 35/00; C21C 1/08. Publ. 1985-05-29.

3. Патент Великобритании GB2129439. A copper-nickel-magnesium alloy for cast iron. Appl.: INST ODLEWNICTWA. Inv.: TYBULCZUK JERZY; CUPIAL JANUSZ. IPC C22C 19/03; C22C 9/06. Publ. 1984-05-16.

4. Патент Германии DE1 0101159. Tough, ductile cast iron with ferritic structure and spheroidal graphite contains silicon, nickel, magnesium, cerium and antimony. Appl: SIEMPELKAMP GMBH & CO (DE). Inv.: KLEINKROEGER WOLFGANG (DE); TENBRINK HANS-BERND (DE); ROBERTZ HEINZ (DE); MINKNER ULRICH (DE); STELLMACHER JENS

(DE); WARNKE ERNST-PETER (DE). IPC C22C 37/04; C22C 37/08. Publ. 2002-07-25.

5. Патент Германии DE1 00373 59. Heavily loaded spheroidal casting part cast from a base melt consists of crude iron, steel briquettes and recycled material, nickel, a cerium/silicon mixture, a bismuth/silicon mixture, manganese, phosphorus, and sulfur.

5 Appl: BABCOCK GIESEREI GMBH (DE). Inv.: BUCHMUELLER HORST (DE); KALLA GEORG (DE); WENZEL JENS (DE); FRESE THOMAS (DE); MINKNER ULRICH (DE); SCHULZ NORBERT (DE); WOLTERS DIETHER (DE); RICHTER BERNHARD (DE). IPC C22C 38/08. Publ. 2002-02-21.

6. ТУ 14-2Р-338-2000. Технические условия. Лигатура никель-магний-церий. Группа В51.

10 7. Патент России RU 2234553. Износостойкий чугу́н. Петрозаводскмаш. Андреев В.В., Бех Н.И., Гуцин Н.С., Капилевич А.Н., Ковалевич Е.В., Куликов В.И., Сомин В.З., Александров Н.Н., Андреев А.Д. IPC C22C 37/10. Оpubл. 2004.08.20.

8. Патент США US 3794484. Master aluminum nickel alloy. Appl. SOUTHWIRE COMPANY(US). Inv. E.C.CHIA, R.J.CHOERNER. IPC C22C 21/00. Publ. 26.02.74.

15 9. Портной К.И., Лебедев А.А. Магние́вые сплавы. М.: Металлургиздат, 1952. 736 с.

#### Формула изобретения

1. Способ производства лигатуры на основе никеля и магния, включающий загрузку в тигель, нагрев, расплавление магния и никеля, разли́вку расплава, отличающийся тем, что магний загружают в тигель с расплавом флюса, температуру которого поддерживают постоянной на уровне 650-700°C до полного растворения магния, затем добавляют никель с постепенным снижением температуры расплава до 510-560°C до достижения концентрации никеля 22-24%, а затем добавляют оставшееся количество никеля с постепенным повышением температуры расплава до 1150-1200°C.

25 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что вместе с магнием в тигель загружают редкоземельный металл или сплав, содержащий редкоземельный металл или редкоземельные металлы.

3. Способ по любому из пп.1 и 2, отличающийся тем, что в качестве редкоземельного металла используют церий.

30 4. Способ по любому из пп.1 и 2, отличающийся тем, что в качестве сплава, содержащего редкоземельные металлы, применяют мишметалл.

35

40

45

50





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

---

**ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **28.08.2009**

Дата публикации: **27.03.2011**

---

**RU 2 347 836 C1**

**RU 2 347 836 C1**