



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013129404/02, 26.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.06.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.06.2013

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2015 Бюл. № 1

(45) Опубликовано: 10.07.2015 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2448178 C2, 20.04.2012. CN 102952957 A, 06.03.2013. WO 1988003574 A1, 19.05.1988. US 4710348 A, 01.12.1987. RU 2138572 C1, 27.09.1999

Адрес для переписки:

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
Главный корпус СамГТУ, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Амосов Александр Петрович (RU),
Самборук Анатолий Романович (RU),
Луц Альфия Расимовна (RU),
Ермошкин Андрей Александрович (RU),
Ермошкин Антон Александрович (RU),
Тимошкин Иван Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования Самарский
государственный технический университет
(RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТОГО АЛЮМОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО СПЛАВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности к получению литых алюмоматричных композиционных сплавов. Способ включает плавление алюминия, введение в расплав порциями экзотермической шихты, состоящей из порошков титана и углерода, и перемешивание расплава, при этом перед введением в расплав экзотермическую шихту гранулируют с использованием связующего, являющегося флюсом и представляющим собой фторкаучук, с получением гранул размером 0,2-6,0 мм и содержанием сухого фторкаучука 1-2%,

полученные гранулы вводят в расплав порциями в алюминиевой фольге толщиной 0,2-0,5 мм, а по окончании ввода шихты осуществляют выдержку расплава не менее 5 мин. Применение флюса и искусственного гранулирования позволяет облегчить процесс ввода шихты в расплав, увеличить степень усвоения шихтовых компонентов в расплаве и повысить равномерность распределения синтезируемых частиц упрочняющей фазы в матричном сплаве. 1 пр., 1 табл., 2 ил.

RU 2 555 321 C 2

RU 2 555 321 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013129404/02, 26.06.2013**(24) Effective date for property rights:
26.06.2013

Priority:

(22) Date of filing: **26.06.2013**(43) Application published: **10.01.2015** Bull. № 1(45) Date of publication: **10.07.2015** Bull. № 19

Mail address:

**443100, g.Samara, ul. Molodogvardejskaja, 244,
Glavnyj korpus SamGTU, patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Amosov Aleksandr Petrovich (RU),
Samboruk Anatolij Romanovich (RU),
Luts Alfija Rasimovna (RU),
Ermoshkin Andrej Aleksandrovich (RU),
Ermoshkin Anton Aleksandrovich (RU),
Timoshkin Ivan Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija Samarskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet (RU)**(54) **METHOD OF PRODUCTION OF CAST ALUMINIUM-MATRIX COMPOSITE ALLOY**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to the metallurgy, namely, to production of cast aluminium-matrix composite alloys. The method includes aluminium melting, addition to the melt portions of exothermic charge containing titanium and carbon powders, melt mixing, at that prior to addition to the melt the exothermic charge is granulated using the binding agent being flux out of fluorine rubber with production of the granules 0.2-6.0 mm, and content of dry fluorine rubber

1-2%, the produced granules are added to the melt by portions in the aluminium foil with thickness 0.2-0.5 mm, after charge addition the melt is held for at least 5 minutes.

EFFECT: flux and artificial granulation use makes easier addition of the charge to the melt, increases degree of charge components recovery in the melt, and uniform distribution of the synthesised particles of the strengthening phase in the matrix alloy.

1 ex, 1 tbl, 2 dwg

Изобретение относится к области металлургии и может быть использовано для получения литого композиционного сплава путем введения в расплав алюминия подготовленной специальным образом шихты, состоящей из порошков титана и углерода, образующих в расплаве упрочняющую дисперсную фазу карбида титана.

5 Главное условие получения композиционного материала - смачивание наполнителя жидким металлом, но без образования продуктов химического взаимодействия. Существует множество предложений по способам подготовки и ввода шихты в расплав.

Известен способ получения композиционного материала на основе алюминиевого сплава [1], упрочненного карбидом титана, включающий подачу смеси тетрахлорида титана и тетрахлорида углерода в молярном соотношении 1:1 на поверхность расплава при непрерывном перемешивании, отличающийся тем, что смесь хлоридов подают на поверхность алюминиево-магниевого сплава и по окончании процесса восстановления полученный продукт выдерживают в вакууме при температуре 650-750°C.

Недостатком такого способа является использование вредных для здоровья человека хлоридов в больших количествах и необходимость выдержки в вакууме, требующая наличия специального оборудования.

Также интересен способ получения композиционных материалов, в котором применяется способ изготовления алюминиевых сплавов с упрочняющими включениями карбида кремния [2]. Данный способ получения литейного композиционного материала состоит в механическом перемешивании порошкового материала, содержащего в качестве матричного компонента алюминиевый сплав (Al+3% Mg, зернистость - до 200 мкр), а в качестве армирующего дискретные керамические частицы карбида кремния (SiC, зернистость - 30-50 мкр), и последующем брикетировании полученного порошкового материала под давлением 28-35 МПа. Содержание армирующих дискретных керамических частиц в прессуемом порошковом материале может достигать, 75 масс.%, при дальнейшем увеличении концентрации наблюдается хрупкость брикетов. Полученные брикеты вводят в расплав алюминиевого сплава, где происходит их равномерное распределение по всему объему сплава за счет диффузионных процессов.

Однако при реализации данного способа возникает необходимость приобретения уже готового карбида кремния, а также предварительного брикетирования шихты, что значительно усложняет предварительную подготовку армирующего компонента.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности является способ приготовления композиционного сплава алюминий-карбид титана с применением метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) [3].

35 Поставленная цель достигается последовательным выполнением следующих технологических операций: плавление алюминия, введение в расплав алюминия порциями экзотермической смеси из порошков титана, углерода и флюса криолита в стехиометрическом соотношении с осуществлением после введения каждой порции СВС-реакции и кристаллизации множества керамических включений карбида титана с размером $\leq 1-2$ мкм и перемешивание расплава перед введением следующей порции экзотермической смеси, при этом получают сплав, содержащий 10% карбида титана.

Однако в данной технологии существенную трудность представляет введение порошков в расплав алюминия, поскольку введение их непосредственно в первоначальном состоянии неизбежно приводит к выгоранию на поверхности расплава части шихты и приводит к снижению количества образуемой целевой фазы.

Техническим результатом заявляемого изобретения является упрощение процесса подготовки и ввода шихты в расплав, увеличение степени усвоения шихтовых компонентов в расплаве и повышение равномерности распределения синтезируемых

частиц упрочняющей фазы в матричном сплаве.

Технический результат достигается последовательным выполнением следующих технологических операций: плавление алюминия, введение в расплав алюминия порциями экзотермической шихты, состоящей из порошков титана и углерода, и перемешивание расплава, при этом перед введением в расплав экзотермическую шихту гранулируют с использованием связующего, являющегося флюсом и представляющим собой фторкаучук, с получением гранул размером 0,2-6,0 мм и содержанием сухого фторкаучука 1-2%, полученные гранулы вводят в расплав порциями в алюминиевой фольге толщиной 0,2-0,5 мм, а по окончании ввода шихты осуществляют выдержку расплава не менее 5 мин.

Пример выполнения способа получения композиционного сплава Al-10% TiC.

В состав исходной порошковой шихты входят следующие компоненты: порошок титана марки ТПП-7 (ТУ 1715-449-057853 88), порошок углерода технической марки П-701 (ГОСТ 7585-86), связующее в качестве флюса, например, синтетический фторкаучук СКФ-26 (ГОСТ 18376-79).

Подготовка шихты производится следующим образом: порошки титана и углерода, взятые в стехиометрическом соотношении (4:1), подвергаются искусственному гранулированию в следующем порядке:

1) Приготовление раствора связки - синтетического фторкаучука ($C_5H_2F_8$)_n - в ацетоне с концентрацией 10-15 масс.%; 2) Сухое смешивание исходных порошков (Ti-C) в течение 5-10 мин; 3) Влажное смешивание с раствором фторкаучука в течение 20-30 мин; 4) Протирание влажной смеси через металлическую сетку с размером ячейки 0,2-6,0 мм; 5) Испарение растворителя (ацетона) при температуре 80-90°C в течение 24 ч; 6) Получение конечных гранул размером 0,2-6,0 мм с сухим содержанием фторкаучука 1-2%.

Ввод искусственно гранулированной экзотермической порошковой шихты в расплав осуществляется порциями в алюминиевой фольге толщиной 0,2-0,5 мм (3-6 навесок в зависимости от массы плавки) при температуре 900°C.

Каждая навеска выдерживается под зеркалом расплава до начала СВС-реакции, о наличии которой судят по бурному искрообразованию и газовыделению. После завершения реакции расплав перемешивается и вводится следующая навеска. Развивающиеся значения температур в зоне экзотермических реакций (до 1500°C) обеспечивают высокие скорости образования целевой керамической фазы. После завершения реакции горения происходит кристаллизация керамических включений карбида титана. Локальные разогревы в месте ввода навесок снижают вязкость расплава, повышают смачиваемость кристаллизующейся после прохождения реакции фазы и увеличивают равномерность распределения образующихся включений в расплаве при его перемешивании. Время ввода всех порций (навесок) составляет 2-3 мин. По окончании ввода шихты осуществляется выдержка при включенной печи - не менее 5 мин. Разливка осуществляется в чугунную вафельную изложницу или в стальной кокиль. По результатам экспериментальных исследований были сделаны следующие выводы:

1) введение в состав экзотермической шихты синтетического фторкаучука, содержащего активные атомы фтора, приводит к образованию газообразных легколетучих продуктов, которые оказывают рафинирующее воздействие на расплав в целом. Свидетельством данного процесса является:

- значительное сокращение времени задержки СВС-реакции (с 25-30 с в случае применения шихты без флюса до 5-6 с при использовании шихты, содержащей данный флюс) (табл.1);

- повышенное искро- и газовыделение, фиксирующее полноту прохождения и завершение СВС-реакции.

2) гранулирование исходной порошковой шихты и ввод в виде навесок из алюминиевой фольги обеспечивает постоянный и плотный контакт между частицами реагентов и исключает выгорание части шихты на поверхности расплава, способствует более полному ее усвоению. Полнота прохождения СВС-реакции подтверждается данными спектрального анализа (табл.1), на основании которых следует, что усвоение введенных шихтовых компонентов повысилось с 89 до 97%.

10 Таблица 1
Технологические и СВС-параметры процесса получения композиционного сплава Al-10% TiC при начальной температуре расплава 900°C

Вид флюса	СВС-параметры			Технологические параметры			(Ti, C), % масс. (спектр. анализ)	% усвоенной шихты
	T _{max} , °C	T _{зал} , °C	τ _{зад} , с	ВГ, %	m _{ост} , г	излом		
без флюса	980	950	26	56	40	грязный	Ti=7,4; C=1,5	89
с флюсом СКФ-26	1000	940	6	71	40	чистый	Ti=7,9; C=1,8	97

15 где:
T_{max} - максимальная температура расплава после прохождения СВС-реакции;
T_{зал} - температура, при которой осуществлялась разливка расплава;
τ_{зад} - время задержки реакции, по истечении которого наблюдалось искро- и газовыделение;
ВГ - выход годного продукта;
m_{ост} - масса остатка в тигле после разливки сплава;

20 3) вследствие полного прохождения СВС-реакции фиксируется «чистый» излом однородного серого цвета и наблюдается более равномерное распределение синтезируемых частиц упрочняющей фазы в матричном сплаве. На рис.1 - Изломы образцов композиционного сплава Al-10% TiC (ТПП-7, П-701), полученных: а - без флюса; б - с применением флюса СКФ-26.

25 На рис.2 - Структура образцов композиционного сплава Al-10% TiC (ТПП-7, П-701) (x400), полученных: а - без флюса; б - с применением флюса СКФ-26.

Использованная литература

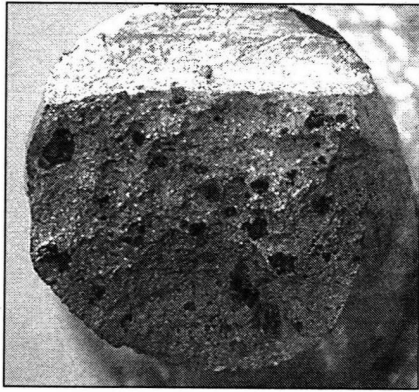
1. Заявка на изобретение РФ 97121120/02, приоритет от 02.12.1997 г. Способ получения композиционного материала.

2. Патент РФ №2353475, приоритет от 20.03.2007 г. Литой композиционный материал на основе алюминиевого сплава и способ его получения.

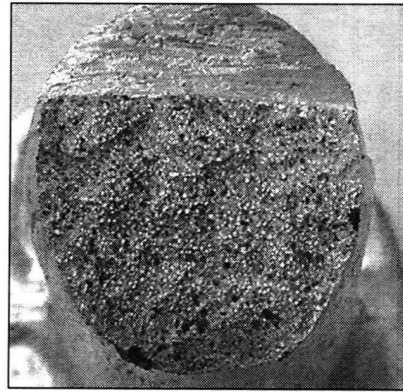
3. Патент РФ №2448178, приоритет от 18.08.2009 г. Способ получения литейного композиционного сплава алюминий-карбид титана.

35 Формула изобретения

40 Способ получения литого алюмоматричного композиционного сплава, включающий плавление алюминия, введение в расплав порциями экзотермической шихты, состоящей из порошков титана и углерода, и перемешивание расплава, отличающийся тем, что перед введением в расплав экзотермическую шихту гранулируют с использованием связующего, являющегося флюсом и представляющим собой фторкаучук, с получением гранул размером 0,2-6,0 мм и содержанием сухого фторкаучука 1-2%, полученные гранулы вводят в расплав порциями в алюминиевой фольге толщиной 0,2-0,5 мм, а по окончании ввода шихты осуществляют выдержку расплава не менее 5 мин.

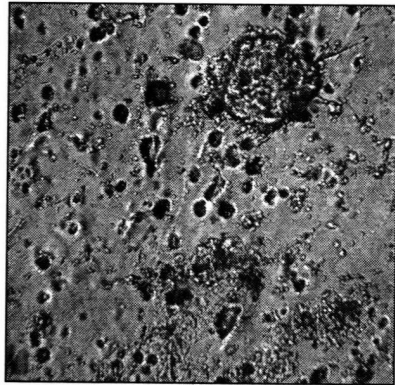


а

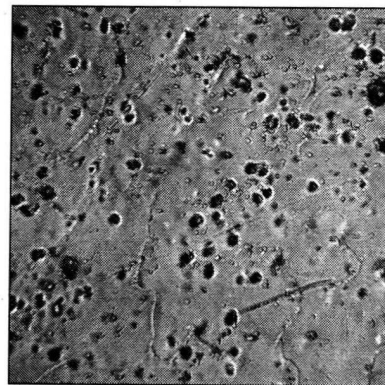


б

Рис. 1



а



б

Рис. 2