

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **18815**

(13) **С1**

(46) **2014.12.30**

(51) МПК

C 22C 1/02 (2006.01)

C 22C 1/10 (2006.01)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИГАТУРЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

(21) Номер заявки: а 20111016

(22) 2011.07.19

(43) 2013.02.28

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Арабей Анастасия Витальевна; Рафальский Игорь Владимирович; Немененок Болеслав Мечеславович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) RU 2190682 С1, 2002.

RU 2111276 С1, 1998.

RU 2365651 С2, 2009.

ВУ 14528 С1, 2011.

ОБОРИН Л.А. и др. Литейщик России. - 2004. - № 1. - С. 37-38.

(57)

1. Способ изготовления лигатуры на основе алюминия, содержащей тугоплавкие частицы, **отличающийся** тем, что тугоплавкие частицы вводят в расплав алюминия при температуре 670-700 °С путем механического замешивания.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что тугоплавкие частицы перед вводом в расплав алюминия предварительно нагревают.

3. Способ по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что тугоплавкие частицы вводят непосредственно в воронку, образующуюся в расплаве алюминия в результате его механического перемешивания.

Изобретение относится к области металлургии и может быть использовано в производстве композиционных материалов и технологии получения лигатур на основе алюминия, содержащих упрочняющие частицы тугоплавких соединений (карбиды, оксиды, нитриды и т.д.).

Частицы тугоплавких соединений в большинстве случаев не смачиваются или плохо смачиваются расплавом алюминия и, как следствие, не обеспечивается возможность полного и равномерного распределения данных соединений в матричном расплаве [1].

Известен способ получения лигатуры [2] для приготовления алюминиевых сплавов, включающий расплавление шихты, введение легирующих элементов, нагрев расплава выше температуры плавления на 100-400 °С, выдержку при этой температуре, разливку и кристаллизацию при давлении 0,1-200 МПа со скоростью охлаждения 10-104 °С/с. Легирующие компоненты вводят в количестве, превышающем расчетную концентрацию, выдержку расплава при повышенной температуре осуществляют при перемешивании в течение 3-5 мин, затем концентрацию легирующих элементов в расплаве уменьшают до расчетной и одновременно снижают температуру расплава до температуры, определяемой из выражения $t_{л} = t_{с} + (0,8-1,5)\Delta t_{кр}$, где $t_{с}$ - температура солидуса, °С; $\Delta t_{кр}$ - температурный интервал кристаллизации, °С.

К недостаткам данного способа можно отнести сложность технологического процесса получения лигатуры, а также необходимость использования специального оборудования, позволяющего проводить кристаллизацию сплава под давлением 0,1-200 МПа со скоростью охлаждения 10-104 °С/с.

Наиболее близким к заявленному способу, является способ изготовления лигатур [3], заключающийся в том, что при изготовлении лигатур с алюминиевой матрицей, содержащих 40-80 % тугоплавких частиц, частицы помещают в форму для пропитки и заливку жидким алюминием. Частицы и алюминий нагревают до разных температур, алюминий нагревают до температуры, превышающей температуру плавления алюминия не больше чем на 5-10 °С, а частицы, находящиеся в форме, нагревают до температуры, определяемой по формуле $T = 16450 / (13,87 - \lg(S \cdot \sigma))$, где T - температура тугоплавких частиц, °С; S - удельная поверхность частиц $\text{м}^2/\text{м}^3$; σ - поверхностное натяжение жидкого алюминия, Дж/м².

Основным недостатком способа являются высокие энергетические затраты, связанные с необходимостью нагрева частиц тугоплавких соединений до высоких температур, а также необходимость постоянного расчета и контроля температуры нагрева частиц тугоплавких соединений, связанной определенным соотношением с удельной поверхностью частиц и поверхностным натяжением жидкого алюминия.

Задачей изобретения является снижение энергетических затрат на изготовление лигатур на основе алюминия.

Задача достигается тем, что в способе изготовления лигатуры на основе алюминия, содержащей тугоплавкие частицы, тугоплавкие частицы вводят в расплав алюминия при температуре 670-700 °С путем механического замешивания. Тугоплавкие частицы перед вводом в расплав алюминия предварительно нагревают. Тугоплавкие частицы вводят непосредственно в воронку, образующуюся в расплаве алюминия в результате его механического перемешивания.

В расплавленный алюминий в интервале кристаллизации или в интервале, близком к интервалу кристаллизации, вводят однократно или порционно частицы тугоплавких соединений (карбиды, оксиды, нитриды и т.д.). Смачивание частиц и их равномерное распределение по всему объему расплава алюминия обеспечивается за счет механического перемешивания расплава вплоть до его полной кристаллизации. Для более эффективного замешивания тугоплавких частиц в расплав рекомендуется засыпать их непосредственно в воронку, образующуюся в расплаве в результате его механического перемешивания.

Способ проверен в лабораторных условиях.

Пример 1.

Получили лигатуру путем ввода кремнезема (SiO_2) по предлагаемому способу.

В качестве шихты использовали алюминий марки А7 и кремнезема SiO_2 . Расчетное содержание SiO_2 в лигатуре составило 40 мас. %.

Навеску алюминия 400 г расплавили в графитовом тигле при температуре 700 °С, с использованием механического перемешивания расплава ввели предварительно нагретый до 500 °С кремнезем в количестве 40 мас. %. Процесс перемешивания расплава вели до момента его затвердевания.

После завершения кристаллизации расплава получили лигатуру, содержащую 40 мас. % тугоплавких частиц оксида кремния.

Пример 2.

Получили лигатуру путем ввода карбида кремния SiC по предлагаемому способу.

В качестве шихты использовали алюминий марки А7 и карбид кремния SiC . Расчетное содержание SiC в лигатуре 10 мас. %.

Навеску алюминия расплавили в алундовом тигле при температуре 700 °С, с использованием механического перемешивания расплава ввели карбид кремния, предварительно

BY 18815 C1 2014.12.30

нагретый до температуры 500 °С, в количестве 10 мас. %. Процесс перемешивания расплава вели до момента его затвердевания.

После завершения кристаллизации расплава получили лигатуру, содержащую 10 мас. % тугоплавких частиц карбида кремния.

Результаты исследований приведены в таблице.

№ п/п	Способ получения	Вводимые частицы	Количество вводимых частиц, %	Температура нагрева алюминия, °С	Температура нагрева частиц, °С	Энергозатраты, отн.
1	предлагаемый	SiO ₂	40	690	500	90
2	предлагаемый	SiC	20	670	-	75
3	прототип	SiC	20	670	1500	100

Из данных, приведенных в примерах и таблице, видно, что применение предлагаемого способа позволит снизить энергетические затраты на 10-25 %, а также исключить операцию подогрева тугоплавких частиц.

Источники информации:

1. РЖ ВИНТИ, Итоги науки и техники: Серия. Композиционные материалы. Т. 3. Композиционные материалы с металлической матрицей. - М., 1988. - С. 16-17.
2. Патент РФ 2111276, МПК C22C1/02, 1998.
3. Патент РФ 2190682, МПК C22C1/10, 2002.