



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4840987/02  
(22) 16.04.90  
(46) 30.06.92. Бюл. № 24  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) Б.М. Неменёнок, М.И. Стриженков, В.М. Беседин, А.М. Галушко, А.П. Бежок, А.С. Калининченко и Н.П. Жвавый  
(53) 669.892(088.8)  
(56) Абрамов А.А., Белоусов Н.Н. и Смирнова Л.Н. Л.: ЛДНТП, 1987, с. 10-11.

2

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИГАТУРЫ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СИЛУМИНОВ  
(57) Использование: в литейном производстве, в технологии обработки оксидного алюминиево-кремниевое сплава. Сущность: расплавляют алюминий под слоем криолита, вводят в расплав лигатуру, содержащую 12 - 70% стронция, рафинируют расплав, после рафинирования расплав разливают со скоростью охлаждения  $5 \cdot 10^2 - 10^4$  К/с. 1 з.п. ф-лы, 1 табл.

Изобретение относится к литейному производству, в частности к технологии получения лигатур на основе алюминия для модифицирования силуминов.

Алюминиево-кремниевые сплавы имеют грубые включения эвтектического кремния и перед заливкой в литейные формы подвергаются модифицированию с целью измельчения включений эвтектического кремния и повышения механических свойств отливок. Одним из элементов-модификаторов является стронций, который вводится в расплав силумина преимущественно в виде лигатур.

Известно несколько способов получения стронцийсодержащих лигатур.

Известен способ, согласно которому стронцийсодержащую лигатуру готовят из смеси SrSi (15 - 55% Sr, 40 - 75% Si) с порошком алюминия либо со смесью алюминия и магния, или с порошками Al-Mg сплавами. Лигатуру вводят в расплав в виде прессованных брикетов.

Такой способ получения лигатуры трудоемок и требует наличия прессового и дозирующего оборудования, что затрудняет

его использование в промышленных масштабах.

Известен способ, который предусматривает получение барий-стронций-кремний-алюминиевой лигатуры путем растворения сплава Sr-Ba-Si (содержащего 25 - 40% Sr, 3,5 - 17% Ba и 40 - 60% Si) в алюминии или силумине при 1100°C.

Данный способ получения лигатуры из-за высокой температуры процесса сопровождается повышенным угаром стронция и бария, а также интенсивным насыщением лигатуры газами. Это снижает ее качество и может быть причиной ряда дефектов модифицируемых сплавов.

Получение лигатуры алюминий-стронций-титан-бор производится в индукционных печах путем присадки в жидкий алюминий металлического стронция и сплава Al-Ti-B. Температура приготовления лигатуры должна быть в пределах 800 - 1100°C, что обеспечивает получение в структуре лигатуры мелких частиц фазы SrAl<sub>4</sub> (20 - 100 мкм). Более низкая температура приготовления лигатуры приводит к укрупнению фазы SrAl<sub>4</sub> до 50 - 300 мкм и.

следовательно, уменьшению ее модифицирующего действия.

Такой способ получения лигатуры также сопровождается угаром стронция и насыщением ее газами, что отрицательно влияет на качество модифицируемых сплавов.

Согласно известному способу лигатуру с содержанием 35 – 70% стронция можно получить сплавлением исходных компонентов (алюминия и стронция) в вакууме или в инертной атмосфере в специальных реакторах. При такой концентрации стронция в структуре лигатуры присутствуют крупные включения алюминидов стронция  $SrAl_4$  и  $SrAl_2$ . Температура плавления их составляет соответственно 1040 и 940°C. Это затрудняет процесс растворения лигатуры и ее усвоение при модифицировании.

Из научно-технической литературы известно, что стронцийсодержащие промышленные лигатуры отличаются повышенным газосодержанием и плохим усвоением из-за наличия в структуре крупных алюминидов стронция с высокой температурой плавления.

С целью снижения газонасыщенности лигатуры, содержащей 45% стронция, предлагается производить ее переплав в вакууме с последующей кристаллизацией в вакууме. Это позволяет снизить пористость в отливках при модифицировании, но усложняет технологию модифицирования. Кроме того, данный способ получения лигатуры не решает проблему ее плохой растворимости и может быть реализован только при наличии вакуумных плавильных печей.

Наиболее близким к предлагаемому является способ, согласно которому получение лигатуры включает расплавление алюминия, ввод в расплав лигатуры Al – 30% Sr, охлаждение расплава до температуры 750 – 780°C и рафинирование.

Такой способ производства пятипроцентной стронциевой лигатуры позволяет получать относительно плотную лигатуру.

Однако данный способ также имеет ряд недостатков:

происходит интенсивный угар стронция, так как расплав лигатуры не защищен флюсом;

в структуре лигатуры остаются крупные тугоплавкие алюминиды стронция  $SrAl_4$ , которые потом плохо усваиваются расплавом силумина;

полученная лигатура содержит много алюминия и обладает достаточной прочностью и пластичностью, что затрудняет ее дозирование;

из-за низких скоростей охлаждения наблюдается ликвация лигатуры и ее повтор-

ное насыщение водородом при затвердевании.

Цель изобретения – повышение механических свойств и снижение газосодержания силуминов, модифицированных стронцием.

Поставленная цель достигается тем, что стронцийсодержащая лигатура с концентрацией стронция 12 – 70% растворяется в жидком алюминии при температуре 850 – 900°C под слоем криолита ( $Na_3AlF_6$ ) для получения расплава, содержащего 10% стронция, рафинируется и разливается со скоростью охлаждения  $5 \cdot 10^2 - 10^4$  К/с, например, на вращающийся валок медного водоохлаждаемого кристаллизатора для получения лент толщиной 2 – 3 мм.

Проверку эффективности действия полученной лигатуры проводят на сплаве АК12 пч. Для этого используют промышленную лигатуру Al – 30% Sr. В печи сопротивления в графитошамотном тигле расплавляют алюминий и перегревают до 850°C. Поверхность расплавленного алюминия защищают слоем криолита из расчета 2% от массы расплава и добавляют промышленную лигатуру под слой криолита до получения лигатуры Al – 10% Sr. После 30-минутной выдержки и тщательного перемешивания расплава проводят рафинирование за счет ввода в расплав в стальном кококольчике серы в количестве 0,05% от массы расплава. После 10-минутной выдержки и снятия шлака проводят разливку лигатуры на медный водоохлаждаемый валок кристаллизатора, вращающийся со скоростью 0,2 – 1 м/с (5 – 25 об/мин), что обеспечивает получение ленточной лигатуры толщиной 1 – 3 мм, охлажденной со скоростью  $5 \cdot 10^2 - 10^4$  К/с. Скорость охлаждения рассчитывают по известной методике в зависимости от скорости вращения валка-кристаллизатора.

Эффективность действия полученной лигатуры оценивают по уровню механических свойств плотности и газосодержанию. Газосодержание расплава оценивают на установке Дарделло-Гудченко по методу первого пузырька. Плотность определяют методом гидростатического взвешивания, механические свойства оценивают по стандартной методике на литых кокильных разрывных образцах. Для сравнения сплав АК12пч модифицируют пятипроцентной лигатурой, полученной по известному способу.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Предлагаемый способ получения лигатуры обеспечивает получение более высоких механических свойств и меньшего газосодержания сплавов, что позволяет

получать более качественное литье. В данном случае модифицирующее действие стронция на включения эвтектического кремния не сопровождается увеличением газосодержания сплава, так как для модифицирования используется плотная лигатура, свободная от газовых включений. Это обеспечивает получение более высокого уровня механических свойств сплава АК12пч по сравнению с модифицированием кусковой лигатурой. Благодаря высокой скорости охлаждения включения  $SrAl_4$  в лигатуре находятся в мелкодисперсной форме и при вводе в расплав тонкие ленточки лигатуры быстро прогреваются и растворяются независимо от используемого плавильного агрегата. Ленточная форма модификатора позволяет также легко его дозировать.

При увеличении скорости вращения водоохлаждаемого валька-кристаллизатора более 1 м/с (25 об/мин) скорость охлаждения лигатуры достигает  $\sim 10^4$  К/с, а лигатурная лента имеет толщину около 1 мм с развитой окисленной поверхностью. Использование такой лигатуры загрязняет расплав окисными пленками и обеспечивает более низкий уровень физико-механических свойств отливок. Снижение скорости вращения валька-кристаллизатора до 0,2 м/с (5 об/мин) обеспечивает скорость охлаждения лигатуры  $5 \cdot 10^2$  К/с. Это приводит к укрупнению включений  $SrAl_4$  в лигатуре и утолщению ленты, что затрудняет ее прогрев и растворение. Поэтому наиболее оптимальной является скорость охлаждения лигатуры  $\sim 10^3$  К/с, которая достигается при скорости вращения валька-кристаллизатора 0,6 м/с (15

об/мин) и обеспечивает наиболее высокий уровень физико-механических свойств силуминов при модифицировании. При этом положительное влияние на свойства силумина оказывает также сама основа лигатуры, включения которой являются дополнительными центрами кристаллизации зерен  $\alpha$ -твердого раствора кремния в алюминии.

Предлагаемый способ получения лигатуры позволяет расширить область применения стронция как модификатора, снизить металлоемкость отливок за счет стабильного получения более высоких механических свойств, сократить расход лигатуры и может быть реализован как в цветно-литейных цехах, так и металлургических комбинатах, выпускающих стронциевые кусковые лигатуры.

#### Формула изобретения.

1. Способ получения лигатуры для модифицирования силуминов, преимущественно содержащей 10% стронция, включающий расплавление алюминия, введение в расплав лигатуры, содержащей 12–70% стронция, рафинирование расплава, отличающийся тем, что, с целью повышения механических свойств и снижения газосодержания силуминов, плавку ведут под слоем криолита, а после рафинирования расплав разливают со скоростью охлаждения  $5 \cdot 10^2 - 10^4$  К/с с получением лент толщиной 2–3 мм.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что разливку осуществляют на вращающийся валок медного водоохлаждаемого кристаллизатора.

Величина добавки стронция, мас. %	Известный способ								Предлагаемый способ							
	Al + 5% Sr (кусковая лигатура)				Al + 10% Sr (ленточная, с $V_{отв} = 5 \cdot 10^2$ К/с)				Al + 10% Sr (ленточная с $V_{отв} = 10^3$ К/с)				Al + 10% Sr (ленточная с $V_{отв} = 10^4$ К/с)			
	$\sigma_{в}$ , МПа	$\delta$ , %	$\gamma \cdot 10^3$ , кг/м <sup>3</sup>	$V_{г}$ , см <sup>3</sup> /100г	$\sigma_{в}$ , МПа	$\delta$ , %	$\gamma \cdot 10^3$ , кг/м <sup>3</sup>	$V_{г}$ , см <sup>3</sup> /100г	$\sigma_{в}$ , МПа	$\delta$ , %	$\gamma \cdot 10^3$ , кг/м <sup>3</sup>	$V_{г}$ , см <sup>3</sup> /100г	$\sigma_{в}$ , МПа	$\delta$ , %	$\gamma \cdot 10^3$ , кг/м <sup>3</sup>	$V_{г}$ , см <sup>3</sup> /100г
0	150	4,8	2,671	0,16	150	4,8	2,671	0,16	150	4,8	2,671	0,16	150	4,8	2,671	0,16
0,03	163	7,5	2,669	0,17	166	8,6	2,670	0,16	171	9,7	2,671	0,16	168	8,4	2,670	0,16
0,05	170	9,0	2,667	0,19	179	13,8	2,670	0,18	198	14,5	2,671	0,16	183	13,5	2,670	0,17
0,075	173	8,9	2,664	0,20	184	13,3	2,669	0,18	197	14,2	2,671	0,17	189	12,8	2,669	0,17
0,10	179	8,5	2,658	0,22	186	13,0	2,668	0,19	195	13,5	2,671	0,17	190	12,3	2,668	0,18

50

Редактор М.Петрова

Составитель Б.Немененко  
Техред М.Моргентал

Корректор Т.Палий

Заказ 2170

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101