



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4300175/31-02
(22) 27.08.87
(46) 07.04.89. Бюл. № 13
(71) Белорусский политехнический институт
(72) Б.М.Неменёнок, М.И.Стриженков,
А.М.Галушко, Т.В.Артюшенко
и В.М.Беседин
(53) 669.715(088.8)
(56) Патент Франции № 1.494.315,
кл. С 22 С, 1961.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЕВО-КРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ
(57) Изобретение относится к области металлургии цветных металлов и сплавов, в частности к способам модифицирования алюминиево-кремниевых спла-

вов (силуминов). Цель изобретения - улучшение качества сплавов путем повышения механических свойств, плотности, электропроводности и формозаполняемости сплавов за счет улучшения морфологии кристаллизации эвтектического кремния и железосодержащей фазы, что достигается введением в расплав сульфида сурьмы. При разложении этого соединения происходит равномерное распределение в расплаве сурьмы и серы. Сурьма модифицирует кремниевую составляющую, а сера способствует кристаллизации железосодержащей фазы в компактной форме, что благоприятно сказывается на комплексе физико-механических свойств сплавов. 1 табл.

1

Изобретение относится к металлургии цветных металлов и сплавов, в частности к способам модифицирования алюминиево-кремниевых сплавов (силуминов).

Цель изобретения - улучшение качества сплавов путем повышения механических свойств, плотности, электропроводности и формозаполняемости алюминиево-кремневых сплавов, модифицированных сурьмой, за счет улучшения морфологии кристаллизации эвтектического кремния и железосодержащей фазы.

Изобретение состоит в том, что расплав обрабатывают сульфидом сурьмы (Sb_2S_3) в количестве 0,1...0,2% от массы расплава.

Сульфид сурьмы имеет 546 °С и поставляется в виде порошка. При вводе

2

его в расплав с помощью колокольчика происходит разложение этого соединения с выделением серы, которая способствует равномерному распределению сурьмы по всему объему расплава.

Известно также, что сера является наиболее эффективной добавкой для нейтрализации железосодержащей фазы и способствует ее кристаллизации в округлой форме.

Термодинамический анализ возможных реакций взаимодействия сурьмы с газами (кислородом, водородом, хлором, фтором и серой) показал, что в интервале температур 850...1100 К взаимодействие сурьмы с серой не происходит. Это позволяет осуществить их совместный ввод в расплав для одновременного модифицирования включений

эвтектического кремния и железосодержащей фазы.

В качестве примера приводится обработка сурьмой и Sb_2S_3 вторичных сплавов АК5М2 и АК9М2СХ в состоянии поставки. Плавки проводили в печи сопротивления в графитовом тигле марки ТГ75. Для оценки механических свойств в кокиль отливали разрывные образцы с диаметром рабочей части 12 мм и базовой длиной 60 мм. Перед заливкой кокиль нагревали до температуры $250^\circ C$ и окрашивали кокильной краской. Для одного состава сплава отливали 10 образцов. Предел прочности при растяжении (σ_B) и относительное удлинение (δ) определяли на разрывной машине УММ-20 на образцах в литом и термообработанном состояниях. Использовали следующий режим термической обработки: закалка с температуры $515^\circ C$ и старение при $175^\circ C$ в течение 9 ч.

Из технологических свойств определяли формозаполняемость (Φ_3) по пробе Энглера-Элленброка и плотность (ρ). Для оценки эффективности рафинирования и модифицирования проводили измерение удельного электросопротивления (ρ) образцов на установке У303. Добавки сурьмы и Sb_2S_3 вводили в расплав при $770^\circ C$. Заливку образцов и проб проводили при $730^\circ C$. Результаты исследований приведены в таблице.

Анализ полученных результатов показывает (таблица), что предлагаемый способ модифицирования обеспечивает получение более высоких механических свойств в литом и термообработанном состояниях по сравнению с известным способом ввода сурьмы в расплав. Зависимость прочности и пластичности от величины добавок сурьмы носит экстремальный характер. Оптимальная добавка сурьмы не должна превышать 0,05... 0,1%. В случае увеличения добавки механические свойства сплава снижаются. Это можно объяснить несколькими причинами: предельная растворимость сурьмы в алюминии при температуре эвтектического превращения составляет 0,05%, поэтому при увеличении добавки сурьма, как сильно ликвирующий элемент, способна образовывать самостоятельные соединения с алюминием $AlSb$, которые, кристаллизуясь в форме пластин, отрицательно влияют на свойства сплава. Кроме то-

го, сурьма хотя и незначительно, но снижает плотность сплавов.

В случае обработки сплава сульфидом сурьмы механические свойства сплавов АК5М2 и АК9М2СХ имеют более высокие значения из-за комплексного воздействия сурьмы и серы на структурные составляющие сплава. Такая обработка устраняет некоторые недостатки, свойственные сплавам, модифицированным сурьмой. Это достаточно убедительно показывает измерения плотности образцов, где независимо от величины добавки сульфида сурьмы плотность сплавов не уменьшается. Можно предположить, что при взаимодействии сульфида сурьмы с расплавом выделяются соединения серы, которые оказывают рафинирующее действие на расплав.

Кроме того, соединения серы благоприятно воздействуют на форму железосодержащих фаз $AlSiFeMnCr$ и $AlGiFeMn$, способствуя их кристаллизации в компактной форме. Изменение формы железосодержащих фаз с разветвленной на компактную улучшает условия питания отливки и обеспечивает получение более плотного литья. Сера является также модификатором и для соединения $AlSb$, поэтому увеличение добавки сульфида сурьмы практически не снижает свойства исследуемых сплавов. Более высокая степень рафинирования и модифицирования сплавов подтверждается снижением удельного электросопротивления, т.е. ростом электропроводности. Данные по формозаполняемости при напоре 80 мм для оптимальных добавок сурьмы и сульфида сурьмы подтверждают эффективность предлагаемого способа. Рекомендуемая величина добавки сульфида сурьмы определенная, исходя из эффективности ее воздействия и экономической целесообразности, составляет 0,1...0,2% от массы расплава. Ввод сульфида сурьмы в количестве менее 0,1% обеспечивает слабый модифицирующий эффект. Добавка более 0,2% экономически нецелесообразна, так как аналогичный эффект достигается меньшей добавкой.

Приведенные данные показывают, что предлагаемый способ модифицирования алюминиевых сплавов сурьмой позволяет получать на вторичных силинах высокие физико-механические свойства, что дает возможность использовать их взамен первичных спла-

вов типа АЛ3 и АЛ5. Разница в стоимости 1 т сплава АК5М2, модифицированного 0,15% Sb_2S_3 и сплава АЛ5, обработанного универсальным флюсом, составляет около 120 руб.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ получения алюминиево-кремниевых сплавов, включающий модифици-

рование расплава и последующую кристаллизацию, отличающийся тем, что, с целью улучшения свойств сплавов путем повышения их механических свойств, плотности и электропроводности отливок, в качестве модификатора используют сульфид сурьмы в количестве 0,1-0,2% от массы расплава.

Состав, %	Сплав АК9М2СХ					
	Литые		После Т.О.		$\gamma \cdot 10^3$, кг/м ³	$\rho \cdot 10^{-8}$, Ом м
	σ_B , МПа	σ , %	σ_B , МПа	σ , %		
Исходный	208	1,5	310	0,85	2,740	6,36
Известный						
0,05	223	2,1	330	1,4	2,737	6,27
0,01	200	1,8	333	1,3	2,734	6,20
0,15	197	1,7	315	1,2	2,732	6,17
0,3	195	1,7	293	1,1	2,729	5,96
0,5	180	1,4	285	1,0	2,725	5,80
Предлагаемый						
0,05	217	1,8	332	1,2	2,741	6,18
0,1	226	2,3	353	1,5	2,742	5,98
0,15	238	2,2	355	1,7	2,742	5,90
0,2	237	2,2	359	1,75	2,741	5,78
0,3	234	2,2	354	1,6	2,740	5,75

Продолжение таблицы

Состав, %	Сплав АК5М2					
	Литые		После Т.О.		$\gamma \cdot 10^3$, кг/м ³	$\rho \cdot 10^{-8}$, Ом м
	σ_B , МПа	σ , %	σ_B , МПа	σ , %		
Исходный	186	1,0	285	0,5	2,780	6,66
Известный						
0,05	209	1,75	305	1,1	2,775	6,51
0,01	212	1,6	310	1,2	2,772	6,43
0,15	210	1,45	301	1,1	2,770	6,35
0,3	205	1,2	282	1,0	2,760	6,26
0,5	-	-	-	-	-	-
Предлагаемый						
0,05	187	1,4	315	1,2	2,781	6,43
0,1	209	1,85	330	1,4	2,783	6,29
0,15	217	1,95	330	1,4	2,784	6,25
0,2	218	2,05	325	1,4	2,782	6,17
0,3	217	2,0	324	1,25	2,780	6,17