

Анализ полученных результатов позволяет рекомендовать сплав АК5М4 для изготовления деталей самого разнообразного назначения.

Опытно-промышленное опробование сплава АК5М4 взамен АК5М7 на Минском моторном заводе для отливок различного назначения при использовании существующей технологии приготовления сплава (обработка расплава в разливочном ковше 0,8 % жидкого универсального флюса) и литья, а также последующее испытание отливок на заводах-потребителях показало, что указанный сплав можно использовать в производстве без изменения технологического процесса.

Использование сплава АК5М4 на предприятиях машиностроения взамен АК5М7 позволит за счет меньшей его стоимости получить экономический эффект на 1 т около 30 руб. Кроме того, меньшее содержание меди в сплаве АК5М4 даст предприятиям ВПО "Союзвторцветмет" экономию на 1 т сплава около 40 кг первичной меди.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стрoгaнoв Г.Б. Высокопрочные литейные алюминиевые сплавы. — М., 1985. — 216 с.

УДК 669.715.018:621

Б.М.НЕМЕНЕНОК, Т.В.АРТЮШЕНКО

#### МОДИФИЦИРОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ СИЛУМИНОВ СУРЬМОЙ

Положительное действие сурьмы на структуру первичных силуминов общеизвестно. Она обеспечивает длительный модифицирующий эффект, сохраняющийся в течение нескольких часов даже после многократных переплавов. При этом формируется тонкодифференциальная структура силуминов и улучшаются их физико-механические свойства.

Однако обработка расплава металлической сурьмой вызывает уменьшение плотности литья, и из-за сильной ликвидации сурьмы образуются антимониды алюминия, снижающие прочностные и пластические характеристики сплава. Сурьма не изменяет также форму железосодержащих фаз, что уменьшает эффект модифицирования во вторичных силуминах.

Для расширения области применения сурьмы как модификатора вторичных силуминов целесообразно вводить ее в расплав вместе с серой, оказывающей сфероидизирующее действие на форму железосодержащих фаз при соотношении  $Mn : Fe \geq 0,5$ . Термодинамический анализ возможных реакций взаимодействия сурьмы с газами (кислородом, водородом, хлором, фтором и серой) показал, что в интервале температур 850–1100 К соединения сурьмы с серой не образуются. Это позволяет осуществлять их совместный ввод в расплав для одновременного модифицирования включений эвтектического кремния и железосодержащей фазы.

С целью упрощения процесса модифицирования силуминов использовали добавки химического соединения  $Sb_2S_3$ . Исследования проводили на вторич-

Табл. 1. Влияние добавок сурьмы и  $Sb_2S_3$  на свойства сплава АК5М2

Обработка сплава	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\gamma \cdot 10^3$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho \cdot 10^{-8}$ , Ом·м
Исходный состав	186	1	2,78	6,66
0,05 % Sb	209	1,7	2,775	6,51
0,1 % Sb	212	1,6	2,772	6,43
0,15 % Sb	210	1,4	2,77	6,35
0,3 % Sb	205	1,2	2,76	6,26
0,05 % $Sb_2S_3$	187	1,4	2,781	6,43
0,1 % $Sb_2S_3$	209	1,8	2,783	6,29
0,15 % $Sb_2S_3$	217	2	2,784	6,25
0,2 % $Sb_2S_3$	218	2,1	2,782	6,17
0,3 % $Sb_2S_3$	217	2	2,78	6,17

ном сплаве АК5М2 в состоянии поставки по ГОСТ 1583–73. Анализировали его механические свойства, усадку, удельное электросопротивление и формозаполняемость. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Зависимость прочности и пластичности полученного сплава с увеличением добавки сурьмы носит экстремальный характер. Оптимальная концентрация не должна превышать 0,05–0,1 %. В случае ее увеличения механические свойства сплава ухудшаются. Это можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, предельная растворимость сурьмы в алюминии при температуре эвтектического превращения составляет 0,05 %. Поэтому при увеличении добавки сурьма как сильно ликвирующий элемент способна образовывать антимониды алюминия, которые, кристаллизуясь в форме пластин, отрицательно влияют на свойства сплава. Во-вторых, сурьма, хотя и незначительно, но снижает плотность сплавов.

В случае обработки сплава АК5М2  $Sb_2S_3$  его механические свойства улучшаются из-за комплексного воздействия вводимой добавки на его структурные составляющие. При этом устраняются некоторые недостатки, свойственные сплавам, модифицированным сурьмой. Это достаточно убедительно показывают измерения плотности образцов. Можно предположить, что при взаимодействии  $Sb_2S_3$  с расплавом выделяются соединения серы, которые оказывают на него рафинирующее действие. Кроме того, соединения серы благоприятно воздействуют на форму железосодержащей фазы  $AlSiFeMn$ , изменение которой 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  $Sb_2S_3$  практически не снижает свойства сплава АК5М2. Более высокая степень рафинирования и модифицирования сплавов подтверждается снижением их удельного электросопротивления, т.е. ростом электропроводности. Анализ формозаполняемости исследуемых сплавов показал, что лучшие результаты достигаются при обработке расплава 0,1–0,2 %  $Sb_2S_3$ . Это позволяет проводить совместную обработку расплава сурьмой и серой при получении отливок из вторичных силуминов.