Улучшение механических свойств литейных сплавов модифицированием

Якимов Никита Николаевич
Сибирский Федеральный Университет
Институт цветных металлов и материаловедения
Кафедра металлургии цветных металлов
Россия, г. Красноярск 2021

При производстве сплавов на основе алюминия применяются лигатурные добавки заметно улучшающие механические свойства отливки. В литейном производстве лигатуры занимают значительную долю в объеме шихтовых материалов — в зависимости от химического состава до 50% сплавов. Состав лигатур подбирают таким образом, чтобы обеспечить получение необходимого химического состава сплава по легирующему компоненту.

Существует следующая классификация лигатуры по назначению:

— Лигатуры для операции легирования (шихтовые). Основное назначение — растворение в расплаве алюминия легирующих элементов (например, Si, Mg, Mn, Cu и др.).

— Лигатуры, применяемые для модифицирования. Основное назначение — модифицирование структуры сплава (зерна, эвтектики).

Модифицированием называется введение в расплав металла модификаторов, небольшое количество которых резко влияют на кристаллизацию. Различают два рода модификаторов (по Мальцеву М.В.):

— 1 род — модифицирование более тугоплавкими частицами, за счет чего образуются новые центры кристаллизации. К модификаторам зародышевого действия относятся: Ti, TiB_2, TiC, Zr, V и др.;

— 2 род — модифицирование поверхностно-активными элементами. Как правило, эти вещества концентрируются на поверхности растущих кристаллов, препятствуя подводу «строительного материала» и тормозят их рост. К таким модификаторам относят Na, Ka, Sr, B и др.

На основе вышеперечисленных данных было проанализировано качество литейных сплавов одного из алюминиевых заводов Сибирского Федерального Округа. В качестве объекта изучения был проанализирован литейный сплав с 3XX.X серии с добавлением Mn.

Для производства сплава 3XX.X серии с добавлением Mn была использована лигатура Al-Sr (таблица 1).

Таблица 1 — Химический состав лигатур Al-Sr.

Марка лигатуры	Стронций	Кремний	Железо	Кальций/ Барий	Фосфор	Наименование документа
AlSr3,5	3,2-3,8	0,3	0,3	0,03	0,01	ГОСТ Р 53777-2010
AlSr5	4,5-5,5	0,3	0,3	0,05	0,01	
AlSr10	9,0-11,0	0,3	0,3	0,1	0,01	
AlSr20	18,0-22,0	0,3	0,3	0,1	0,01	

Лигатура Al-Sr используется для модифицирования микроструктуры литейных алюминиевых сплавов с содержанием кремния 6-12%. Лигатура эффективно измельчает эвтектику Al-Si что приводит к улучшению механических свойств сплава: увеличение прочности и пластичности.

Микроанализ сплава с недостаточным модифицированием показал наличие кристаллов эвтектического происхождения в виде игольчатых включений фазы $Al_4(Fe,Mn)Si_2$ размерами от 40 до 160 мкм., которые снижают механические свойства (рисунок 1).

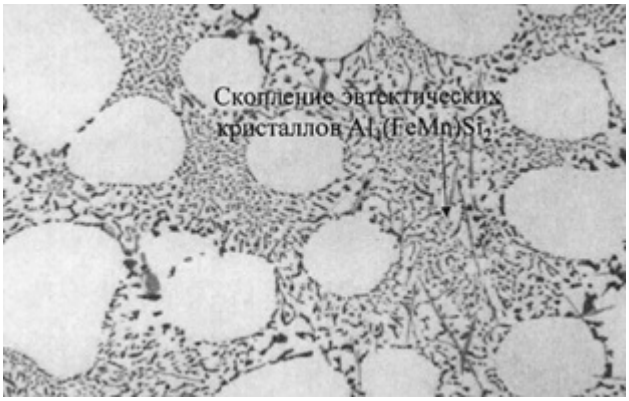

Рисунок 1 — Микроанализ сплава

Микроанализ после увеличения подачи модификатора показал уменьшение размера игольчатых включений (до 20 мкм). Рисунок 2.

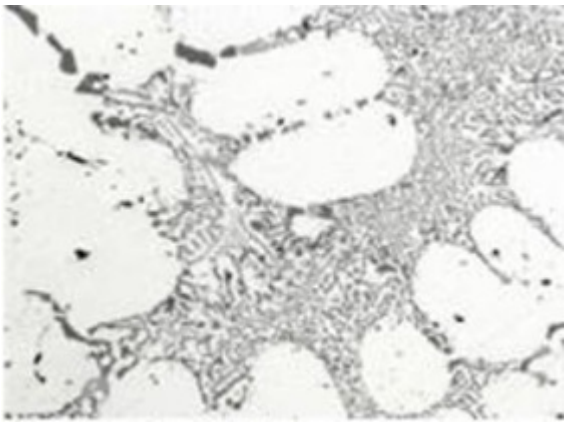

Рисунок 2 — Микроанализ модифицированного сплава.

В результате эксперимента значительно увеличилась прочность и пластичность отливок, благодаря чему удалось избавиться от дефекта продукции в виде разрывов. Для видимого эффекта модифицирования стронцием были определены границы в количестве 0,018-0,025% для данного сплава.