



*It is shown that for reaching of maximal effect of modifying of alloy AK18 structure it is necessary to use superfine aluminium modifier  $AlSi12Sb15Ti5$  in the quantity of 0,1% of melt mass or  $AlSb5Ti3$  at the quantity of 0,5%.*

В. Ю. СТЕЦЕНКО, А. П. ГУТЕВ, ИТМ НАН БЕЛАРУСИ

УДК 621.74:669.14.2/8

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СОСТАВА И КОНЦЕНТРАЦИИ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО АЛЮМИНИЕВОГО МОДИФИКАТОРА ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СПЛАВА АК18

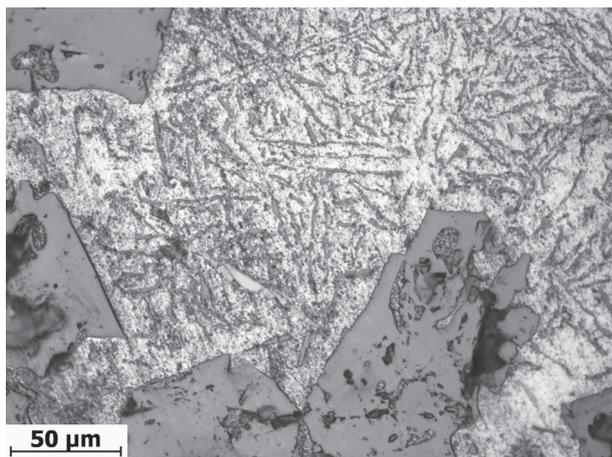
Известно, что на дисперсность фазовых составляющих заготовок алюминиево-кремниевых сплавов существенное модифицирующее влияние оказывают сурьма и титан [1,2]. Повышение структурной дисперсности алюминиевых модификаторов с добавками Sb и Ti позволяет еще больше измельчать основные фазовые составляющие заготовок из силуминов. Целью данной работы является определение рациональных состава структурно-высокодисперсного модификатора, содержащего сурьму и титан, и его концентрации, обеспечивающие максимальное измельчение микроструктуры заэвтектического силумина АК18.

Для определения рационального состава структурно-высокодисперсного алюминиевого модификатора (САМ) были исследованы составы на основе алюминия с содержанием кремния 0, 12%, сурьмы 1, 5, 10 и 15% и титана 1, 3 и 5%. Алюминиевые лигатуры с содержанием титана более 5% имеют температуру плавления выше 1000 °С, поэтому они применяются редко [3]. Модифицирующее действие сурьмы выражено слабее, чем у натрия или стронция, но она по сравнению с ними обладает наиболее длительным модифицирующим эффектом. В заэвтектических силуминах сурьма препятствует образованию кристаллов первичного кремния, а в количестве 0,05–0,2% применяется для модифицирования эвтектики [4].

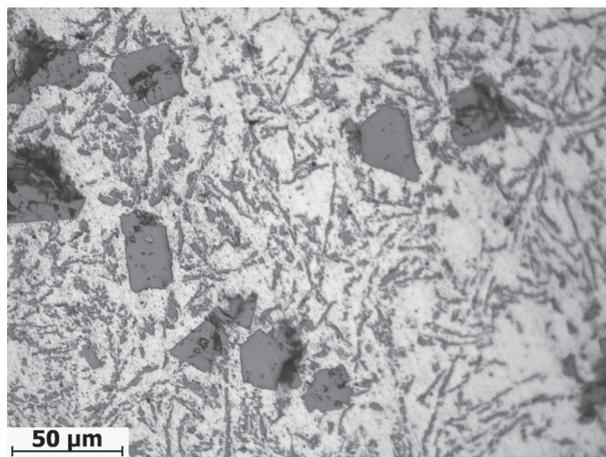
САМ с добавками титана и сурьмы получали литьем в струйный кристаллизатор в виде заготовок диаметром 50 мм и высотой 160 мм. В качестве шихтовых материалов использовали первичный алюминий марки А7, алюминиевый сплав АК12оч, кристаллический кремний марки КР-О, сурьму металлическую марки Су-0 и титановую

губку ТГ-150. Расплавы готовили в электропечи сопротивления «Snol-1300» в шamoto-графитовом тигле. Температура перегрева жидкого металла составляла 850 °С. САМ в количествах 0,1, 0,5, 1, 2, 4% от массы расплава в виде фракций 5–10 мм вводили в расплав механическим замешиванием графитовым прутком. Лигатуры применяли при литье в стальной кокиль заготовок диаметром 35 мм и высотой 120 мм из заэвтектического силумина АК18. При растворении модификаторов не наблюдалось образования шлака и выделений газов. Из середины полученных отливок вырезали образцы, которые шлифовали, полировали и травили водным раствором кислот (2% HCl + 3% HNO<sub>3</sub> + 1% HF). Микроструктуру шлифов исследовали методом металлографического анализа с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа Carl Zeiss «AxioTech vario». В качестве критерия дисперсности микроструктуры заготовок заэвтектических силуминов были приняты размеры кристаллов первичного и эвтектического кремния.

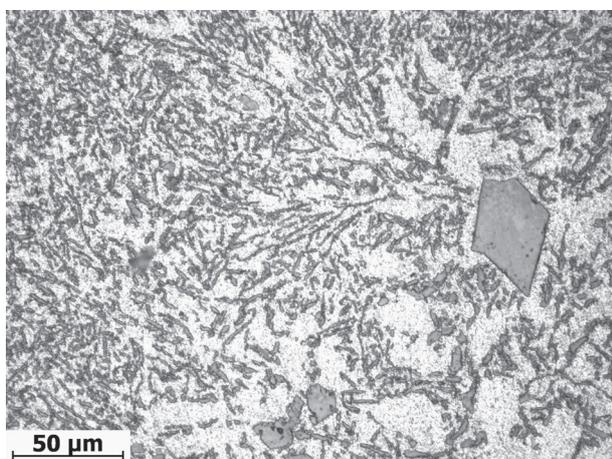
Структура обычных заготовок из заэвтектического силумина АК18 состояла из крупных включений первичного кремния и эвтектики, в которой кремний находится в виде пластин. Дисперсность кристаллов первичного и эвтектического кремния отливок из АК18 до введения САМ составляла 120–140 и 15–20 мкм соответственно (см. рисунок). Микроструктура отливок из АК18 после введения всех составов САМ была представлена в виде мелких кристаллов первичного кремния и округлых точечных включений эвтектического кремния. Результаты исследований приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что наиболее эффективное модифицирующее действие оказывают со-



*a*



*б*



*в*

Микроструктура отливок диаметром 35 мм из сплава АК18 при литье в стальной кокиль: *a* – без применения модифицирующих лигатур; *б* – после введения 0,1% AlSi12Sb15Ti5; *в* – после введения 0,5% AlSb5Ti3

ставы на основе алюминия с добавками 12% Si, 15% Sb и 5% Ti (AlSi12Sb15Ti5) и с содержанием 5% Sb и 3% Ti (AlSb5Ti3). Результаты по определению оптимальных концентраций этих САМ приведены в табл. 2. Максимальное измельчение микроструктуры сплава АК18 наблюдалось после введения модификатора AlSi12Sb15Ti5 в количе-

стве 0,1% от массы расплава, а также состава AlSb5Ti3 в количестве 0,5% от массы жидкого металла. Дисперсность кристаллов первичного и эвтектического кремния отливок из АК18 после введения AlSi12Sb15Ti5 составляла 30–40 и 6–10 мкм, а после обработки составом AlSb5Ti3 – 40–50 и 4–8 мкм соответственно (см. рисунок).

Таблица 1. Дисперсность микроструктуры сплава АК18, модифицированного САМ

Модификатор	Количество, %	Дисперсность микроструктуры, мкм	
		первичный кремний	эвтектика
AlSi12Sb1Ti1	0,5	60–70	8–12
AlSi12Sb1Ti3	0,5	60–70	8–12
AlSi12Sb1Ti5	0,5	50–60	8–12
AlSi12Sb5Ti1	0,5	80–90	10–14
AlSi12Sb5Ti3	0,5	70–80	8–12
AlSi12Sb5Ti5	0,5	60–70	10–14
AlSi12Sb10Ti1	0,5	70–80	10–14
AlSi12Sb10Ti3	0,5	60–70	8–12
AlSi12Sb10Ti5	0,5	50–60	6–10
AlSi12Sb15Ti5	0,5	40–50	6–10
AlSb5Ti3	0,5	40–50	4–8
AlSb5Ti5	0,5	50–60	4–8

Таблица 2. Определение оптимальных концентраций САМ

Модификатор	Количество, %	Дисперсность микроструктуры, мкм	
		первичный кремний	эвтектика
AlSi12Sb15Ti5	0,1	30–40	6–10
	0,5	40–50	6–10
	1	40–50	6–10
	2	60–70	8–12
	4	60–70	8–12
AlSb5Ti3	0,1	50–60	5–10
	0,5	40–50	4–8
	1	50–60	5–10
	2	60–70	8–12
	4	60–70	8–12

Таким образом, для достижения максимального эффекта модифицирования структуры сплава АК18 необходимо использовать высокодисперсный алюминиевый модификатор  $AlSi12Sb15Ti5$  в количестве 0,1% от массы расплава либо  $AlSb5Ti3$  в количестве 0,5%.

#### Литература

1. Стеценко В. Ю., Ривкин А. И., Гутев А. П., Покаместов С. В. Универсальный модифицирующий сплав системы Al-Ti-Sb для литья силуминов // Литье и металлургия. 2008. № 3. С. 102–104.
2. Стеценко В. Ю., Ривкин А. И., Гутев А. П., Коновалов Р. В. Модифицирование силуминов мелкокристаллическими алюминиевыми сплавами // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. 2009. № 1. С. 3–6.
3. Альтман М. Б., Стромская Н. П. Повышение свойств стандартных литейных алюминиевых сплавов. М.: Металлургия, 1984.
4. Алюминий: свойства и физическое металловедение: Справ. изд. / Под ред. Дж. Е. Хэтча. М.: Металлургия, 1989.