

## Технология, оборудование, САПР и экология литейного производства

*It is shown that continuous horizontal casting of alloy AK12 in jet crystallizer allows to obtain ingots of 70 mm in diameter with superfine microstructure without application of modifying fluxes and addition alloys*

В. Ю. СТЕЦЕНКО, А. И. РИВКИН, А. П. ГУТЕВ, А. М. ПЕВНЕВ,  
Р. В. КОНОВАЛОВ, ИТМ НАН Беларуси, SUK-BONG KANG, KIMS, Республика Корея

УДК 669.715

### НЕПРЕРЫВНОЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ЛИТЬЕ В СТРУЙНЫЙ КРИСТАЛЛИЗАТОР СЛИТКОВ ДИАМЕТРОМ 70 ММ ИЗ СИЛУМИНА АК12

В настоящее время наиболее распространенным литейным алюминиевым сплавом является силумин АК12. Для повышения его механических свойств расплав обычно обрабатывают натрийсодержащим флюсом. Время его живучести в среднем составляет 30 мин [1]. Это создает большие технологические трудности при непрерывном литье слитков из эвтектического силумина.

В Институте технологии металлов НАН Беларуси разработан универсальный способ модифицирования микроструктуры отливок методом ускоренного затвердевания. Для этого используется литье в струйный кристаллизатор [2]. Его конструкция была создана применительно к непрерывному горизонтальному литью слитков диаметром 70 мм в рамках выполнения контракта с Республикой Корея. Необходимо было получить слитки с высокодисперсной микроструктурой без применения модифицирующих флюсов и лигатур. Для этого была создана опытная установка непре-

рывного горизонтального литья (рис. 1). Она состоит из металлоприемника 1 с графитовым тиглем 2, струйного кристаллизатора 3 и тянущего устройства 4. Последнее состояло из валков и сервопривода. Извлечение слитка осуществлялось в шаговом режиме без реверса.

На экспериментальной установке было исследовано влияние ускоренного затвердевания и наследственного модифицирования на структуру слитков из АК12 диаметром 70 мм. Для осуществления процесса наследственного модифицирования использовали цилиндрические отливки диаметром 70 мм и высотой 160 мм из силуминов с высокодисперсной микроструктурой, полученные методом литья закалочным затвердеванием [2]. Шихтовые отливки имели следующую микроструктуру: дисперсность кристаллов кремния – 0,4–0,6 мкм, а размер первичной  $\alpha$ -фазы – 15–20 мкм. Процесс литья сплава АК12 осуществляли с добавлением в шихту 30% отливок АК12 с высокодисперсной микроструктурой от общей массы металла.

В качестве шихты использовали чушки АК12. Плавку вели в индукционной печи ИСТ-16 с графитовым тиглем. Масса расплава составляла 45 кг. Металл в печи перегревали до 850 °С. Разливку проводили при начальной температуре расплава в металлоприемнике 740 °С. Извлечение слитка осуществляли в режиме остановка-рывок. Среднее время остановки слитка составляло 6 с при шаге извлечения слитка 70 мм.

Из опытных заготовок были вырезаны поперечные образцы диаметром 70 мм. После их шлифовки, полировки и химического травления водным раствором кислот (2% HCl + 3% HNO<sub>3</sub> + 1% HF) микроструктуру шлифов исследовали методом металлографического анализа при помощи

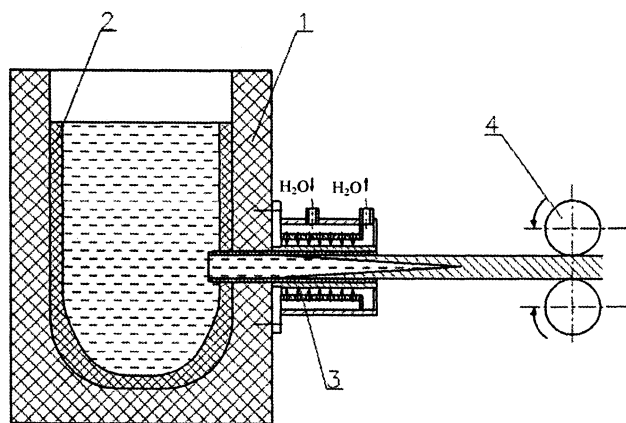


Рис. 1. Схема опытной установки непрерывного горизонтального литья: 1 – металлоприемник; 2 – графитовый тигель; 3 – струйный кристаллизатор; 4 – тянущее устройство

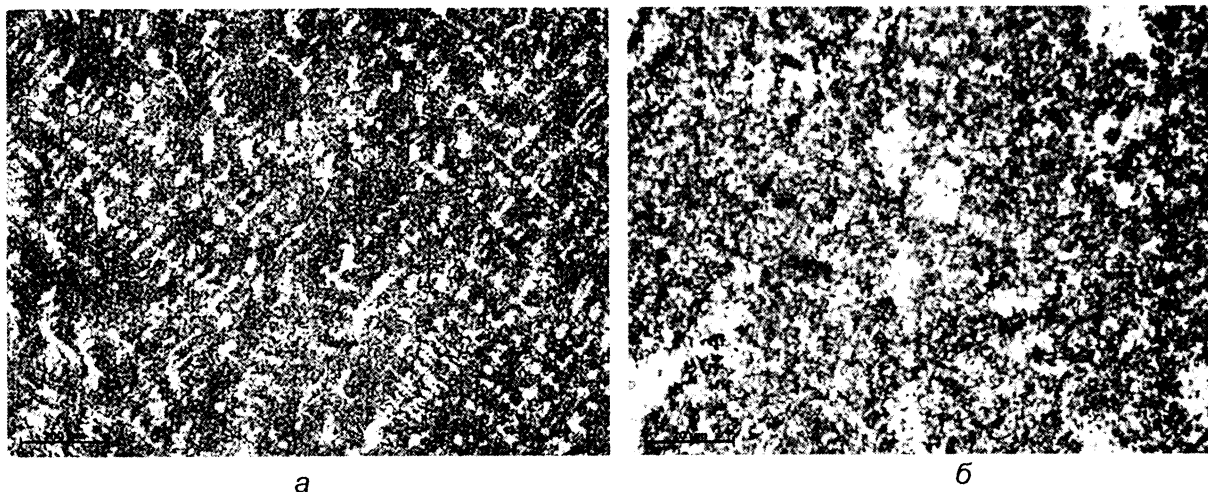


Рис. 2. Микроструктура непрерывнолитого слитка из сплава АК12 диаметром 70 мм

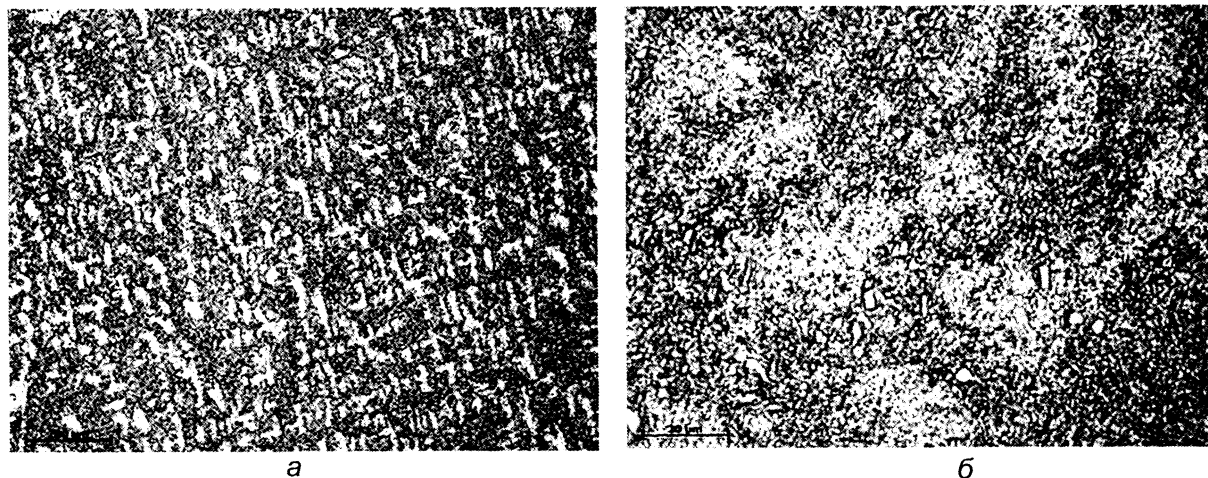


Рис. 3. Микроструктура непрерывнолитого слитка АК12 диаметром 70 мм, улучшенная добавлением структурно-высокодисперсных отливок АК12, в количестве 30%

аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа Carl Zeiss «Axiotech vario».

Установлено, что при непрерывном горизонтальном литье в струйный кристаллизатор кристаллы эвтектического кремния принимали глобулярную форму. Их дисперсность составляла 1–2 мкм, а размеры первичных кристаллов  $\alpha$ -фазы – 15–30 мкм (рис. 2). При добавлении в шихту 30% отливок из сплава АК12 с высокодисперсной ми-

кроструктурой диаметр кристаллов эвтектического кремния в слитке сплава АК12 составлял 0,5–1,0 мкм, а размер первичной  $\alpha$ -фазы – 15–20 мкм (рис. 3).

Таким образом, непрерывное горизонтальное литье сплава АК12 в струйный кристаллизатор позволяет получить слитки диаметром 70 мм с высокодисперсной микроструктурой без применения модифицирующих флюсов и лигатур.

### Литература

1. Альтман М. Б., Стромская Н. П. Повышение свойств стандартных литейных алюминиевых сплавов. М.: Металлургия, 1984.
2. Стеценко В. Ю. Модифицирование сплавов Мн.: Беларуская навука, 2009.