



The chill mould with spray cooling system, which allows to receive the slugs of silumins AK9, AK12 and AK18 with high-dispersed microstructure without application of modifiers, is developed.

В. Ю. СТЕЦЕНКО, С. Л. РАДЬКО, ИТМ НАН Беларуси

УДК 669.715

## ЛИТЬЕ СИЛУМИНОВ В КОКИЛЬ СО СТРУЙНОЙ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ

Механические и эксплуатационные свойства заготовок из силуминов во многом зависят от дисперсности их микроструктуры. В настоящее время наиболее распространенным способом измельчения структуры отливок является модифицирование. Оно, как известно, имеет следующие основные недостатки: относительно малое время живучести модификатора (20–25 мин для натрий-содержащих флюсов), отсутствие универсальности, экологическая небезопасность [1]. Все это предполагает необходимость разработки новых методов диспергирования микроструктуры отливки. Наиболее перспективным из них является повышение скорости затвердевания [2]. В настоящее время существующие литейные металлические формы не позволяют охлаждать отливку с такой скоростью, при которой можно было бы отказаться от модификаторов. Это связано с тем, что при литье силуминов в основном используют кристаллизаторы с щелевой системой охлаждения, которая накладывает определенные ограничения на скорость затвердевания отливки. В ГНУ «ИТМ НАН Беларуси» была разработана более эффективная струйная система охлаждения кристаллизатора. Она позволяет повысить его охлаждающую способность более чем в 2 раза [3]. Для определения влияния охлаждения металлической литейной формы на микроструктуру получаемых отливок был разработан кокиль со струйной системой охлаждения [4]. Он состоит из стакана 1, корпуса 2, верхнего фланца 3, нижнего фланца 4, экрана 5, подводящего патрубка 6, отводящего патрубка 7 (рис. 1). На поверхности экрана равномерно выполнены отверстия диаметром 4 мм с шагом по высоте и образующей 12 мм. Экран удален на расстоянии 20 мм от

стакана. Охлаждение заготовки 8 осуществляется следующим образом. Охладитель из подводящего патрубка 6 тангенциально поступает в коллектор между корпусом 2 и экраном 5, далее равномерно продавливается в виде затопленных струй через отверстия в экране. Струи охладителя с высокой скоростью ударяют перпендикулярно о наружную поверхность стакана. При этом значительно увеличивается интенсивность турбулизации потока и уменьшается толщина теплового пограничного слоя вблизи стенки стакана, что повышает охлаждающую способность кокиля [3]. Для форми-

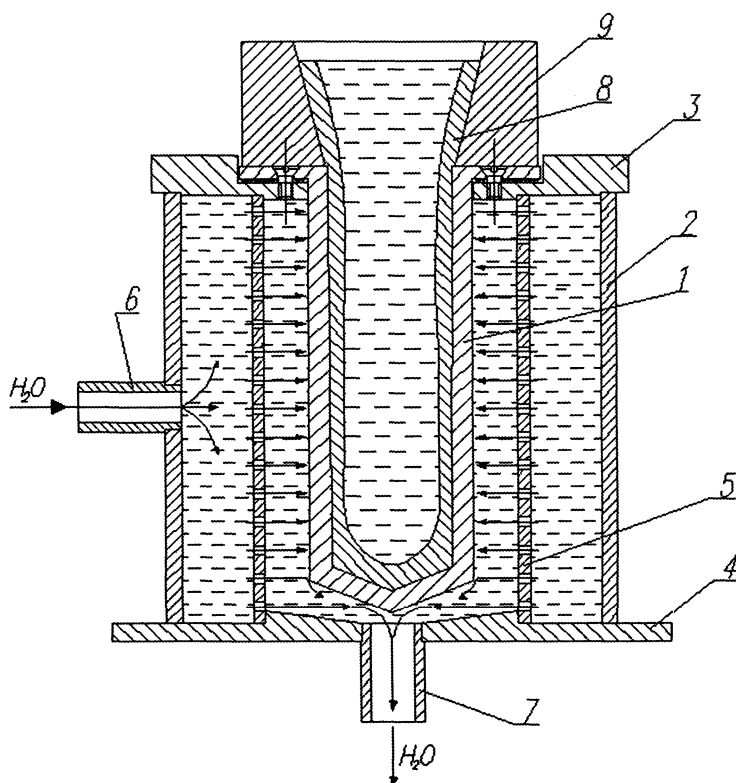


Рис. 1. Схема литья в кокиль со струйной системой охлаждения: 1 – стакан; 2 – корпус; 3 – верхний фланец; 4 – нижний фланец; 5 – экран; 6 – подводящий патрубок; 7 – отводящий патрубок; 8 – отливка; 9 – захват

рования прибыльной части отливки и ее извлечения использовался захват 9 (рис. 1).

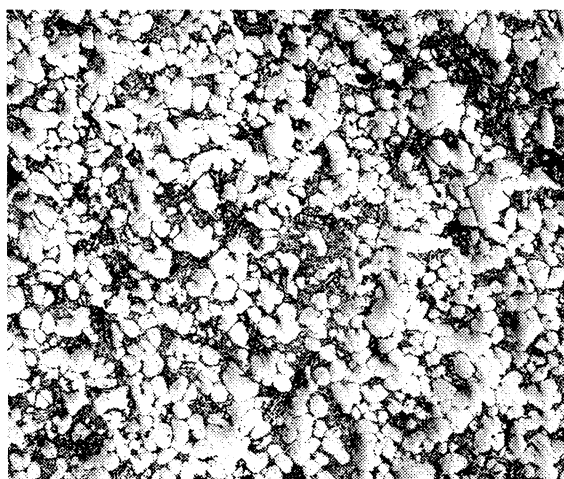
Литьем в кокиль со струйной системой охлаждения при расходе воды 50 м<sup>3</sup>/ч и давлении 4 атм были получены опытные отливки диаметром 50 мм и высотой 170 мм из сплавов марки АК9, АК12, АК18. В качестве основы шихты использовали чушки алюминия марки А7 и силумина марки АК12, лигатуру Al+40%Si. Плавку проводили в графитовом тигле печи сопротивления «Spol-1300». Модификаторы не применяли. Температура заливки сплава АК9 составляла 800 °С, АК12 – 850 и АК18 – 900 °С. Из средней части отливок были вырезаны поперечные шлифы. После их шлифовки, полировки и химического травления водным раствором кислот (2% HCl + 3% HNO<sub>3</sub> + 1% HF) исследовали микроструктуру средней час-

ти шлифа с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа «ПЛАНАР МИ-1». Результаты сравнивали с результатами исследования микроструктуры заготовок, полученных с применением модификаторов.

Было установлено, что интенсивность струйного охлаждения оказывает существенное влияние на размер фазовых составляющих отливок из доэвтектических, эвтектических и заэвтектических силуминов. Так, в опытных заготовках из сплавов АК9 и АК12 дисперсность кристаллов эвтектического кремния составила 1,0–1,5 мкм, а зерен α-фазы – 30–40 мкм (рис. 2, а, 3, а). В заготовках из тех же сплавов, но полученных по технологии с применением модифицирующих флюсов, размер кристаллов кремния составил 5–10 мкм, а размер α-фазы – 60–80 мкм (рис. 2, б, 3, б).

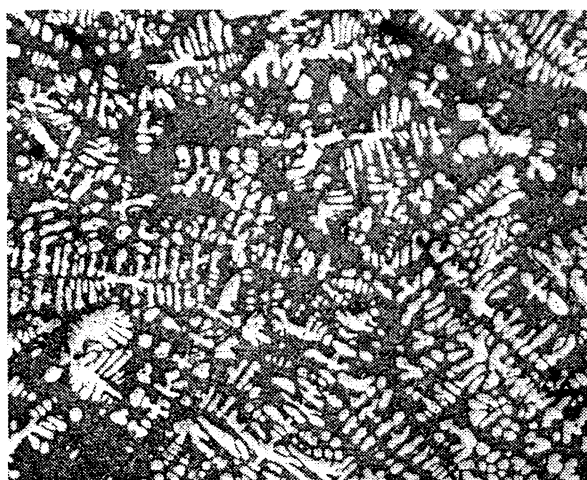


а

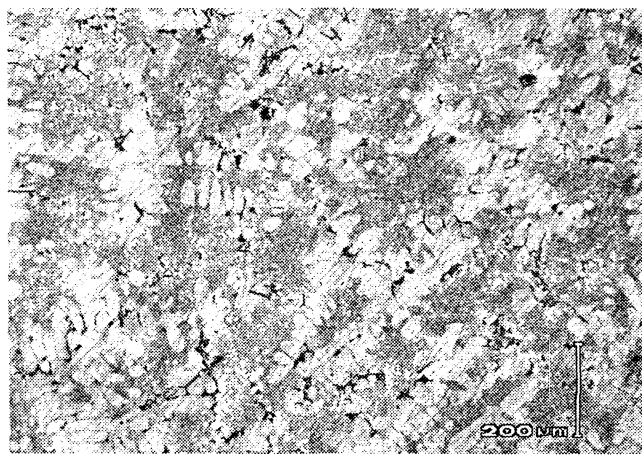


б

Рис. 2. Микроструктура сплава АК9: а – литье в кокиль со струйной системой охлаждения; б – литье в кокиль по обычной технологии с применением модификаторов. х200



а



б

Рис. 3. Микроструктура сплава АК12: а – литье в кокиль со струйной системой охлаждения; б – литье в кокиль по обычной технологии с применением модификаторов. х200

В опытных заготовках из сплава АК18 размер кристаллов эвтектического кремния составлял 2–3 мкм, а первичных кристаллов кремния – 20–25 мкм (рис. 4, а). В заготовках,

полученных с применением фосфорсодержащих лигатур, аналогично дисперсность по кремнию составляла 5–8 и 40–50 мкм соответственно (рис. 4, б).

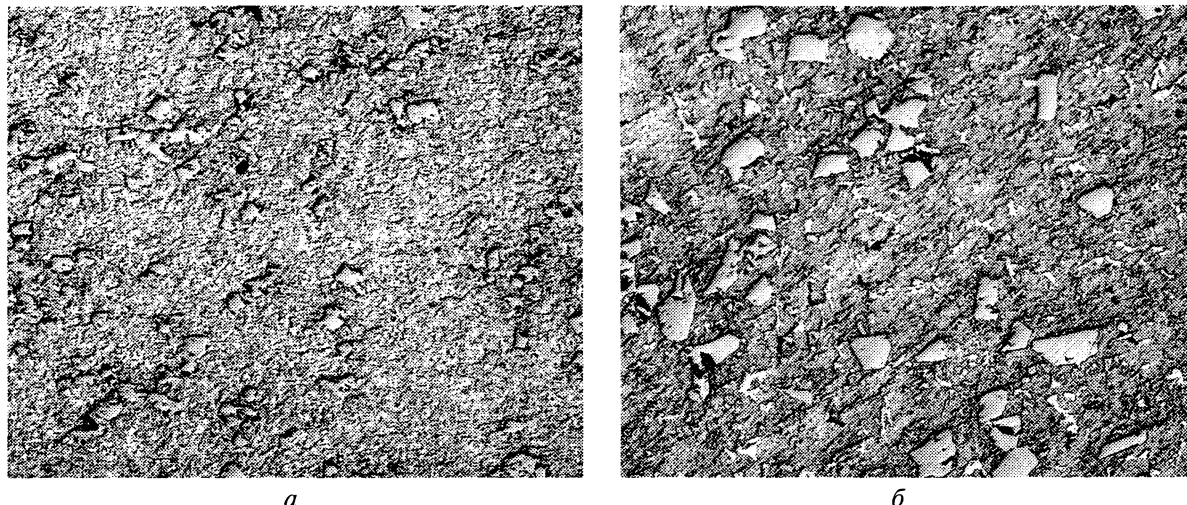


Рис. 4. Микроструктура сплава АК18: *а* – литье в кокиль со струйной системой охлаждения; *б* – литье в кокиль по обычной технологии с применением модификаторов.  $\times 100$

Таким образом, кокиль со струйной системой охлаждения позволяет получать заготовки из силуминов доэвтектического, эвтектического и заэвтектического составов с высокодисперсной микроструктурой без применения модификаторов.

#### Литература

1. Альтман М.Б., Стромская Н.П. Повышение свойств стандартных литейных алюминиевых сплавов. М.: Металлургия, 1984.
2. Алюминий: свойства и физическое металловедение: Справ. изд. / Пер. с англ. М.: Металлургия, 1989.
3. Марукович Е.И., Стеценко В.Ю. Повышение эффективности работы кристаллизатора при непрерывном литье слитков // Литье и металлургия. 2005. №2. Ч. 1. С. 139–141.
4. Пат. 2251U ВУ: МПК В22D27/04. Устройство для изготовления слитков.