



*Possibility of manufacturing hollow billets of 150 mm in diameter produced out of silumins by the method of freezing-up on steel water-cooled core was proven. Effect of thermal parameters of the casting process on structure of billets was studied.*

В. Ю. СТЕЦЕНКО, К. Н. БАРАНОВ, ИТМ НАН Беларуси

УДК 669.715

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК ДИАМЕТРОМ 150 ММ ИЗ СИЛУМИНОВ НАМОРАЖИВАНИЕМ НА СТАЛЬНОМ ВОДООХЛАЖДАЕМОМ СТЕРЖНЕ

В настоящее время в современной промышленности наиболее перспективными технологическими материалами являются алюминиево-кремниевые сплавы. Их высокие механические и антифрикционные свойства достигаются за счет инвертированной высокодисперсной микроструктуры [1]. Ее можно получить при высокой скорости затвердевания заготовок.

В Институте технологии металлов НАН Беларуси разработан метод литья полых заготовок из силуминов намораживанием на водоохлаждаемом стержне [2]. Для осуществления процесса литья полых заготовок диаметром 150 мм была спроектирована и изготовлена опытная установка (рис. 1). Она состоит из подводщего 1 и отводящего 10 патрубков, экрана с отверстиями 2, съемного захвата 6, графитовой вставки 7, основания 9 с пазами 8, стального водоохлаждаемого стержня 4. Водоохлаждаемый стержень с отводящим патрубком 10

крепится к основанию болтовыми соединениями при помощи фланца 11.

Работа установки осуществляется следующим образом. Охлаждающая жидкость из подводщего патрубка продавливается через экран с отверстиями, после чего в виде затопленных струй равномерно и интенсивно охлаждает внутреннюю поверхность стального стержня. Направленное затвердевание отливки от охлаждаемого стержня к периферии обеспечивается неохлаждаемым съемным захватом. Этому также способствуют графитовая вставка и воздушный зазор в пазах стального основания.

Исследовали принципиальную возможность получения полых отливок диаметром 150 мм с высокодисперсной инвертированной микроструктурой сплавов АК12 и АК14МЗ. В качестве шихты использовали чушковый сплав АК12пч, лигатуры Al + 40%Si и Al + 33%Cu. Расплав готовили в электропечи «Snol-1300» в шамото-графитовом тигле. Предварительно разогретый до 300 °С стальной съемный захват устанавливали на основание уста-

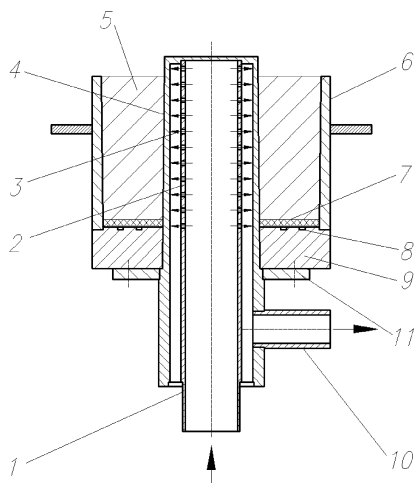


Рис. 1. Схема опытной установки: 1 – подводщий патрубок; 2 – экран; 3 – затопленные струи; 4 – стальной стержень; 5 – отливка; 6 – съемный захват; 7 – графитовая вставка; 8 – паз; 9 – основание; 10 – отводящий патрубок; 11 – фланец



Рис. 2. Отливки диаметром 150 мм из сплава АК12, полученные намораживанием на стальном водоохлаждаемом стержне

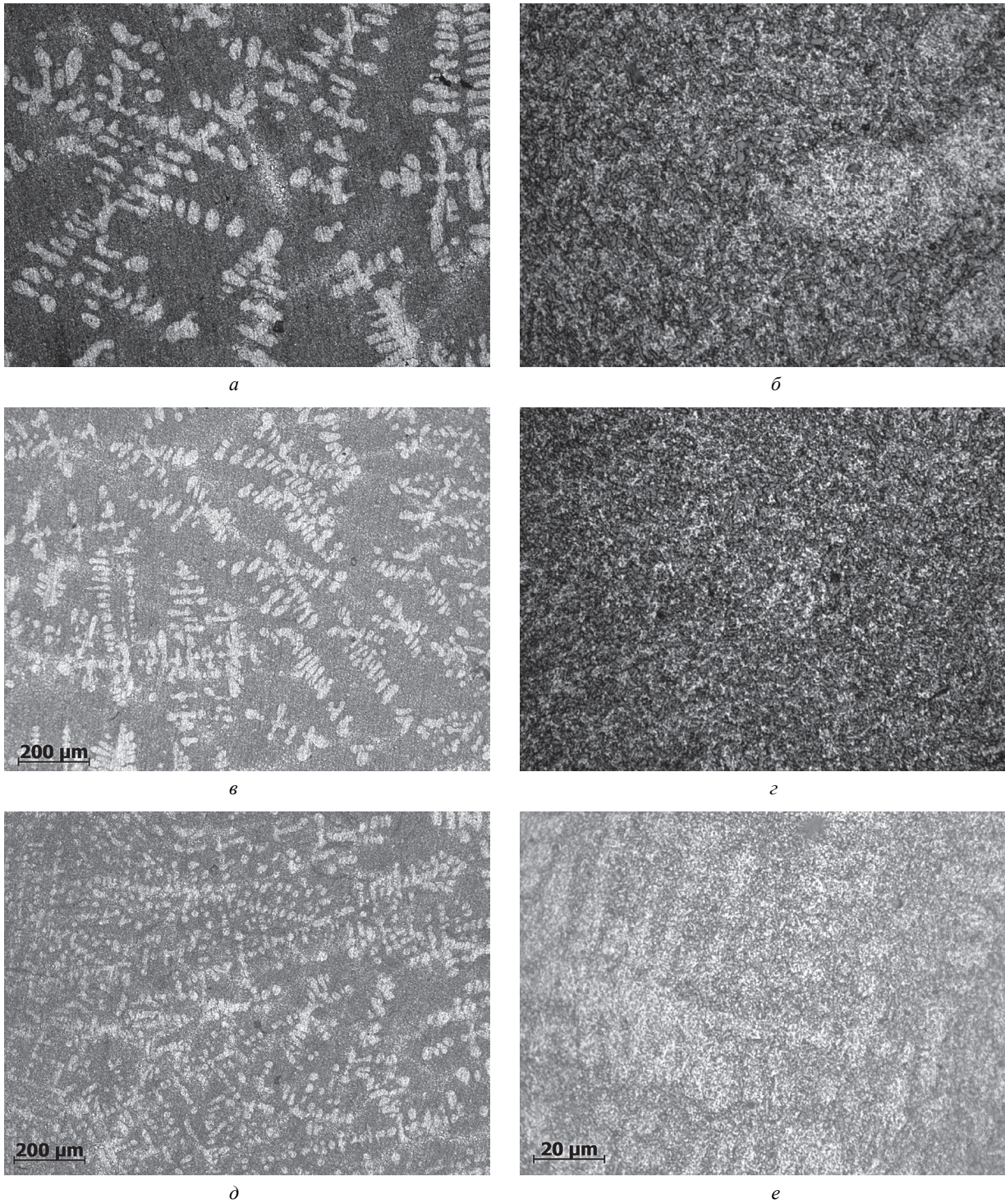


Рис. 3. Микроструктура отливок диаметром 150 мм из сплава АК12, полученных при температурах перегрева расплава: а, б – 700 °С; в, з – 800; д, е – 850 °С

новки и подавали охладитель в стержень. После заполнения формы расплавом и его затвердевания отливку извлекали при помощи захвата. Температурные измерения проводили хромель-алюмелевой термопарой при помощи автоматического терморегулятора «Omron E5СК». Расход охладителя в стержне составлял 25 м<sup>3</sup>/ч при давлении 1,4 атм. Твердость образцов измеряли с помощью твердомера ТШ-2М. Для анализа микроструктуры полученных образцов из средней части отливок выре-

зали поперечные шлифы. Их микроструктуру после шлифовки, полировки и химического травления водным раствором кислот 2%HCl+ 3%HNO<sub>3</sub> + 1%HF исследовали аппаратно-программным комплексом на базе микроскопа «Carl Zeiss AxioTech vario». Для определения дисперсности фазовых составляющих силумина в качестве критериев дисперсности микроструктуры силумина были выбраны толщина первичных зерен α-фазы и дисперсность кристаллов кремния.

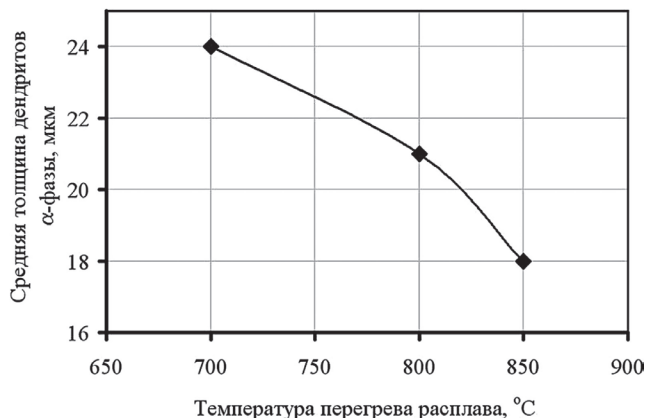


Рис. 4. Зависимость дисперсности дендритов α-фазы отливков диаметром 150 мм от температуры перегрева расплава АК12

Влияние тепловых параметров литья на структуру получаемых отливок исследовали для сплава АК12. Температуры перегревов расплава составляли 700, 800 и 850 °C. Модификаторы не применяли. Были получены полые заготовки из сплава АК12 наружным диаметром 150 мм, высотой 70 мм с толщиной стенки 45 мм (рис. 2).

На рис. 3 приведены микроструктуры отливок, полученных при различных температурах перегрева расплава 700, 800 и 850 °C. В заготовках, полученных при температуре 700 °C, микроструктура была представлена в виде дендритов α-фазы средней толщиной 24 мкм и кристаллов эвтектического кремния средней дисперсностью 3,6 мкм (рис. 3, а, б). При температуре перегрева 800 °C толщина дендритов α-фазы составляла 21 мкм, а диаметр кристаллов кремния — 1,8 мкм (рис. 3, в, г). Повышение температуры до 850 °C привело к измельчению α-фазы до 18 мкм, а эвтектического кремния — с 3,6 до 1,4 мкм соответственно (рис. 4, 5). Таким образом, при увеличении температуры перегрева от 700 до 850 °C средняя толщина дендритов α-фазы уменьшается с 24 до 18 мкм, а размер эвтектического кремния — с 3,6 до 1,4 мкм соответственно (рис. 4, 5).

Известно, что легирование силуминов медью позволяет существенно повысить их механические свойства. Упрочняющее действие меди на силумины связано с образованием в сплаве высокодисперсного интерметаллида  $CuAl_2$ . Литьем намораживанием на водоохлаждаемом стержне из сплава АК14М3 были получены полые заготовки диаметром 150 мм, высотой 50 мм с толщиной стенки 45 мм. Из них вырезали образцы, которые подвергали термообработке по режиму Т5: нагрев до температуры 525 °C, выдержка в течение 4 ч,

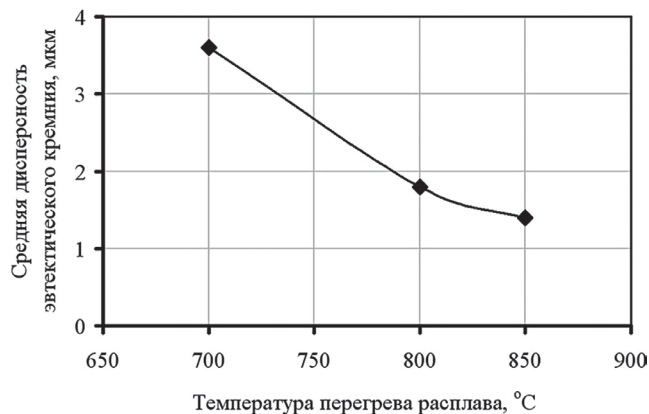


Рис. 5. Зависимость дисперсности кристаллов эвтектического кремния отливков диаметром 150 мм от температуры перегрева расплава АК12

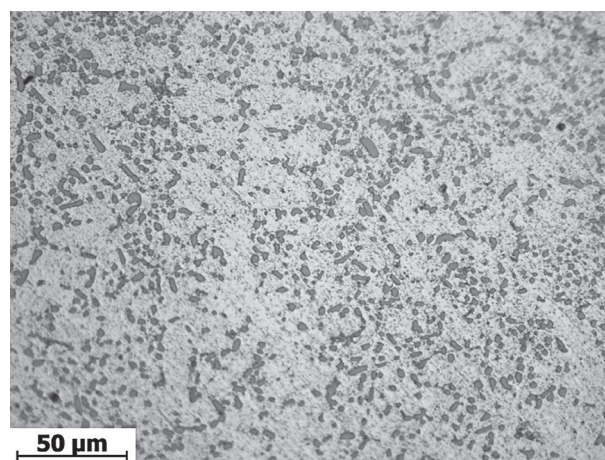


Рис. 6. Микроструктура рабочей части отливок диаметром 150 мм из сплава АК14М3

закалка в воде и последующее искусственное старение в течение 6 ч при температуре 175 °C.

Методом металлографического анализа установлено, что микроструктура внутренней поверхности отливки представлена глобулярным эвтектическим кремнием размером 3–4 мкм, которые были равномерно распределены по всему сечению отливки (рис. 6). Такая микроструктура является высокодисперсной и инвертированной. Заготовки с такой микроструктурой обладают высокими механическими и антифрикционными свойствами.

Таким образом, способ литья намораживанием на стальном водоохлаждаемом стержне позволяет получать полые заготовки диаметром 150 мм с толщиной стенки до 45 мм из сплавов АК12 и АК14М3 с высокодисперсной и инвертированной микроструктурой, которые могут быть использованы в качестве антифрикционных заготовок деталей машиностроения.

### Литература

1. Марукович Е. И., Стеценко В. Ю. Модифицирование сплавов. Минск: Беларуская наука, 2009.
2. Марукович Е. И., Стеценко В. Ю., Баранов К. Н. Исследование литья полых заготовок из силумина АК18 методом намораживания на водоохлаждаемом стержне // Литье и металлургия. 2011. № 3 (62). С. 65–67.