



It is shown that continuous horizontal casting of alloy AK18 into jet crystallizer with application of flooded – jet systems of ingot cooling and hereditary modifying enables to create ecologically safe technological process of production of alloy AK18 ingots in diameter of 40 mm with dispersion of eutectic silicon crystals less than 20 mm.

В.Ю. СТЕЦЕНКО, А.М. ПЕВНЕВ, ИТМ НАН Беларуси, SUK-BONG KANG, KIMS, Республика Корея

УДК 621.746.27

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ НЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ МЕЛКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВЫХ СЛИТКОВ

Мировой технологический прогресс требует постоянного усовершенствования сплавов, удовлетворяющих высоким требованиям различных отраслей промышленности. Главный потребитель отливок – автомобильная промышленность. Одним из перспективных материалов является заэвтектический силумин. Но из-за содержащихся в нем относительно крупных первичных кристаллов кремния сплав имеет относительно низкие механические свойства. Для их повышения используется примесное модифицирование, у которого есть один очень существенный недостаток – экологическая небезопасность. В настоящее время при литье заготовок отдается предпочтение экологически безопасным способам получения отливок.

Одним из главных и перспективных направлений Института технологии металлов НАН Беларуси является разработка экологически безопасных литейных технологий, позволяющих улучшать физико-механические свойства сплавов. Главная

задача исследований – разработка кристаллизатора и устройства затопленно-струйного вторичного охлаждения, обеспечивающих при непрерывном горизонтальном литье (НГЛ) получение заготовок с высокодисперсной микроструктурой и высокой производительностью процесса. Для этих целей был разработан и спроектирован струйный кристаллизатор для непрерывного горизонтального литья алюминиевых сплавов (рис. 1), который состоит из подводящего 1 и отводящего патрубков 2, корпуса кристаллизатора 3, торцовых фланцев 4, 5, перегородки 6 разделяющей впускной 7 и выпускной коллектор 8, экрана кристаллизатора 9 с выполненными в нем отверстиями, медной втулки 10, графитовой вставки 11. Охладитель под высоким давлением поступает через впускной коллектор и равномерно с одинаковой скоростью продавливается в виде затопленных струй через отверстия в экране. Струи с высокой скоростью ударяют перпендикулярно о наружную поверхность рабочей втулки. Далее охладитель через отводящий патрубков 8 поступает в бак. При этом существенно увеличивается интенсивность турбулизации потока и уменьшается толщина теплового погранич-

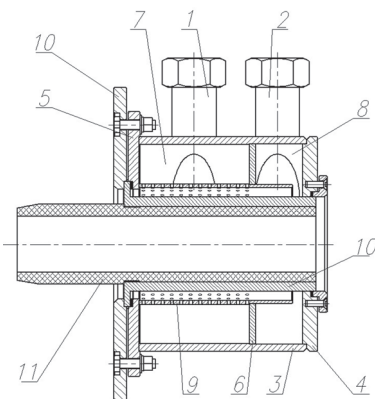


Рис. 1. Схема кристаллизатора с повышенной интенсивностью охлаждения: 1 – подводящий патрубков; 2 – отводящий патрубков; 3 – корпус; 4, 5 – торцовые фланцы; 6 – перегородка; 7 – впускной коллектор; 8 – выпускной коллектор; 9 – экран; 10 – медная втулка; 11 – графитовая вставка

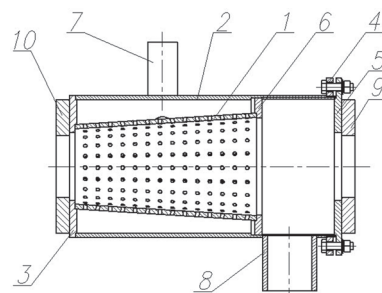


Рис. 2. Схема затопленно-струйного вторичного охлаждения: 1 – экран; 2 – корпус; 3 – левый фланец; 4 – правый фланец; 5 – крышка; 6 – перегородка; 7 – подводящий патрубков; 8 – отводящий патрубков; 9, 10 – гидрозаслонка

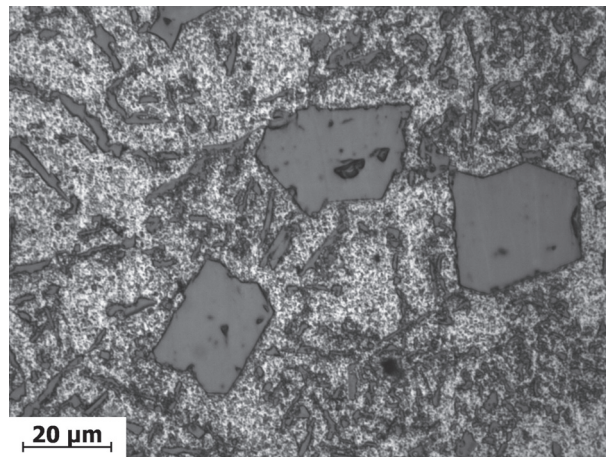
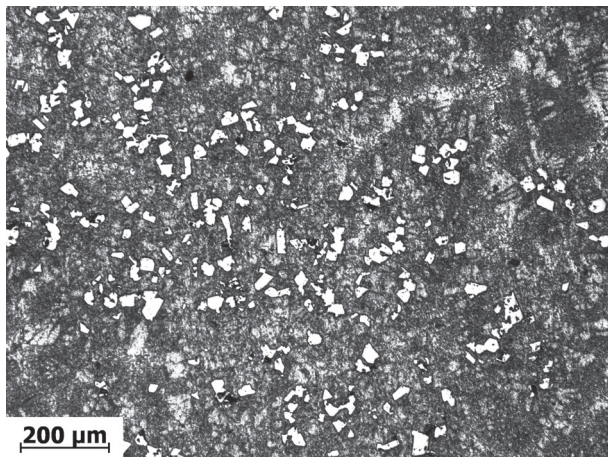


Рис. 3. Микроструктура непрерывнолитого слитка из сплава АК18 диаметром 40 мм без вторичного затопленно-струйного охлаждения слитка

ного слоя вблизи стенки медной гильзы. Все это повышает охлаждающую способность медной втулки и равномерность ее охлаждения.

Для повышения интенсивности охлаждения слитка было спроектировано и изготовлено устройство затопленно-струйного вторичного охлаждения. Схема конструкции устройства приведена на рис. 2. Оно состоит из экрана 1, корпуса 2, левого фланца 3, правого фланца 4, крышки 5, перегородки 6, подводящего патрубка 7, отводящего патрубка 8, гидрозаслонок 9, 10, предотвращающих попадание воды в зазор между слитком и графитовой вставкой. Принцип работы данного устройства также основан на методе затопленно-струйного охлаждения.

Плавку проводили в индукционной печи ИСТ-16 с графитовым тиглем. В качестве шихты использовали чушки АК12 и лигатуру Al+40% Si. Масса расплава составляла 45 кг. Металл в печи перегревали до 850 °С, после чего его в ковше транспортировали к металлоприемнику машины НГЛ. Разливку осуществляли при начальной температуре

расплава в металлоприемнике 780 °С. Извлечение слитка проводили в режиме остановка-рывок.

Из полученных слитков вырезали поперечные шлифы и исследовали их микроструктуру методом металлографического анализа при помощи аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа Carl Zeiss «AxioTech vario».

Процесс разливки сплава АК18 без вторичного затопленно-струйного охлаждения осуществляли при начальной температуре разливки 780 °С, шаге извлечения слитка 70 мм. Среднее время остановки слитка составляло 6 с, при этом скорость литья равно 0,6 м/мин. Было установлено, что дисперсность кристаллов первичного кремния в слитке составляла 30–35 мкм, дисперсность кристаллов эвтектического кремния – 2,0–2,5 мкм (рис. 3).

Процесс разливки сплава АК18 с использованием вторичного затопленно-струйного охлаждения осуществляли при начальной температуре разливки 780 °С, шаге извлечения слитка 100 мм. Среднее время остановки слитка составляло 4 с. При этом скорость литья была равна 1,09 м/мин.

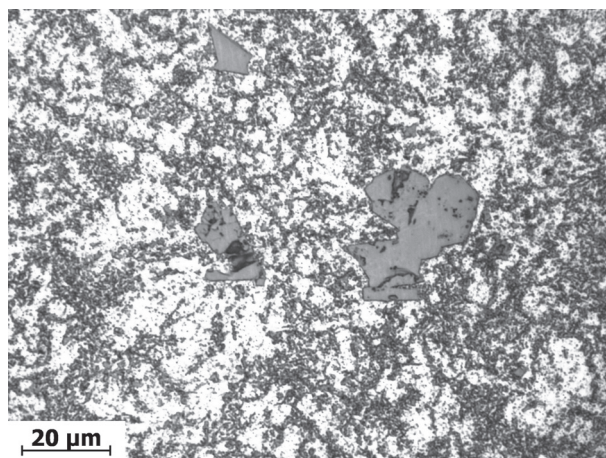
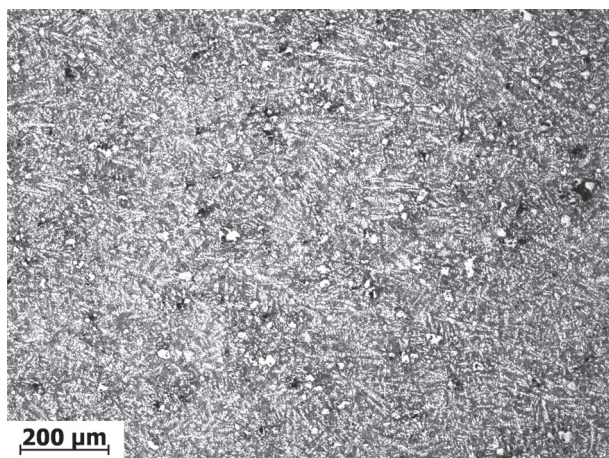


Рис. 4. Микроструктура непрерывнолитого слитка из сплава АК18 диаметром 40 мм с применением вторичного затопленно-струйного охлаждения слитка

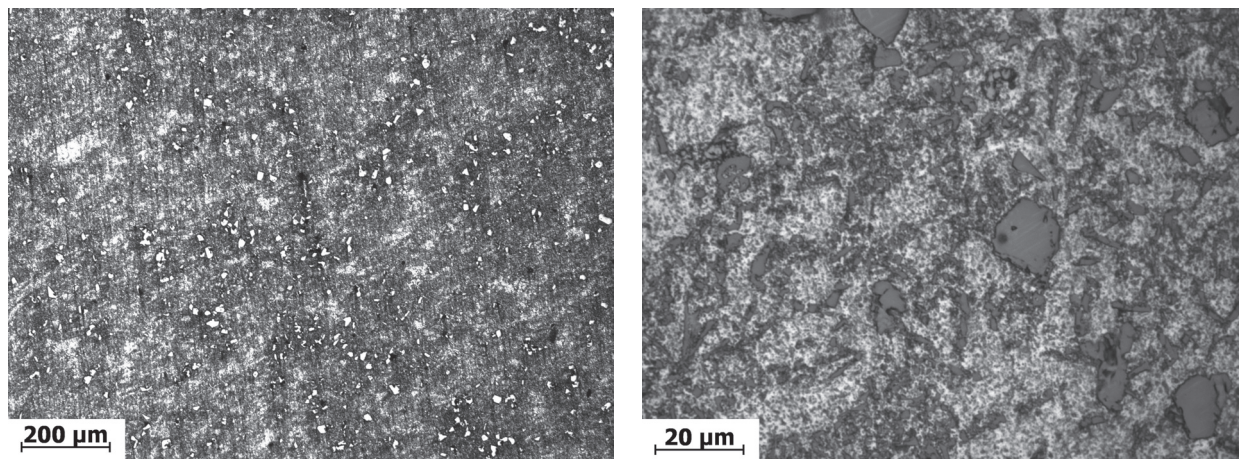


Рис. 5. Микроструктура непрерывнолитого слитка из сплава АК18 диаметром 40 мм, улучшенная с добавлением 20% структурно-высокодисперсных отливок АК12

Было установлено, что дисперсность кристаллов первичного кремния в слитке составляла 25–35 мкм, дисперсность кристаллов эвтектического кремния – 1,0–1,5 мкм (рис. 4).

Существенным резервом для измельчения микроструктуры слитка является процесс наследственного модифицирования. Для его осуществления не требуется применения экологически небезопасных примесных модификаторов [1]. На установке литья закалочным затвердеванием получили цилиндрические заготовки диаметром 50 мм из сплава АК12 с высокой структурной дисперсностью. Заготовки с мелкокристаллической структурой вводили в шихту в количестве 20% от массы плавки. Модифицирование примесными модификаторами не производили. Процесс разлива сплава АК18 на опытной установке с вторичным охлаждением с добавлением 20% отливок АК18 с высо-

кодисперсной микроструктурой начинался при температуре расплава в металлоприемнике 780 °С. Шаг извлечения слитка был равен 100 мм. Среднее время остановки составляло 4 с. Было установлено, что размеры кристаллов эвтектического кремния в слитке АК18 составляли 1,0–1,7 мкм, а первичного кремния – 15–20 мкм (рис. 5).

Таким образом, непрерывное горизонтальное литье сплава АК18 в струйный кристаллизатор с применением затопленно-струйных систем охлаждения слитка и наследственного модифицирования позволяет создать экологически безопасный технологический процесс получения слитков сплава АК18 диаметром 40 мм с дисперсностью кристаллов первичного кремния менее 20 мкм.

Данная работа выполнялась в рамках Белорусско-Корейского научно-исследовательского сотрудничества.

Литература

1. Марукович Е. И., Стеценко В. Ю. Модифицирование сплавов. Мн.: Беларуская навука, 2009.