

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ЛИТЬЕ СИЛУМИНОВ В КРИСТАЛЛИЗАТОР

¹Марукович Е.И., ¹Стеценко В.Ю., ¹Гутев А.П., ²Рубаник В.В., ²Луцко В.Ф.

¹ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси»

г. Могилев, Беларусь, E-mail: lms@itm.by

²ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»

г. Витебск, Беларусь, E-mail: lutsko_v@mail.ru

В настоящее время широкое применение в промышленности получили алюминиевые сплавы с содержанием кремния 8..18% (силумины). Они имеют относительно низкие плотность, стоимость, температуру плавления и обладают хорошими литейными свойствами. Недостатками силуминов являются относительно невысокие механические и технологические свойства. Это обусловлено недостаточностью модифицирования структуры отливок и их газовой пористостью. Измельчение кристаллов кремния является одной из основных проблем силуминов. Обычно для модифицирования эвтектики используют флюс, содержащий фтористый натрий, а для измельчения первичных кристаллов кремния применяют фосфоросодержащую лигатуру. Она нейтрализует натрийсодержащий модифицирующий флюс. Поэтому отливки из силуминов имеют либо мелкокристаллическую первичную микроструктуру, либо модифицированную эвтектическую. Кроме этого, флюсовая обработка расплава способствует его наводородиванию, что приводит к газовой пористости заготовок. Известно, что универсальным средством модифицирования и рафинирования расплава силумина является ультразвук. Воздействуя на фронт кристаллизации, ультразвуковая волна разрушает дендриты, способствует их измельчению. Обработка расплава ультразвуком приводит к формированию газовых зародышей, их коагуляции, что ускоряет процесс дегазации. Исходя из этого, было исследовано влияние ультразвука на структуру отливок при литье в кристаллизатор по следующей схеме (рис. 1).

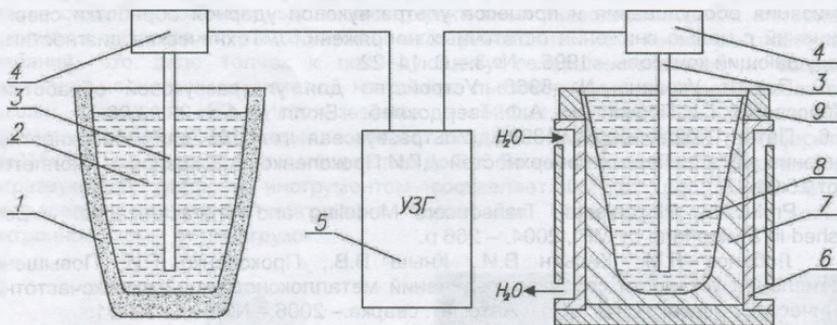


Рисунок 1 — Схема использования ультразвука при литье силуминов в кристаллизатор:

1 — шмотографитовый тигель; 2 — расплав; 3 — волновод-излучатель;

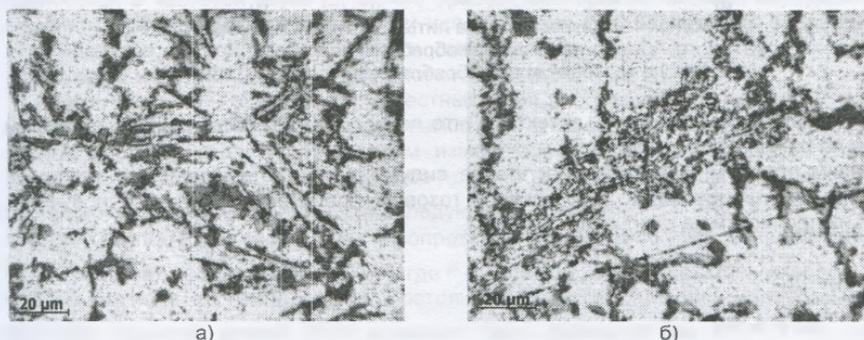
4 — магнотристорный преобразователь; 5 — генератор ультразвуковой частоты УЗГ1-1; 6 — рабочая втулка кристаллизатора (рубашка); 7 — слиток; 8 — расплав; 9 — захват

Генератор ультразвуковой частоты УЗГ1-1 формирует электрические синусоидальные колебания в частотном диапазоне $22 \pm 1,65$ кГц и имеет максимальную выходную мощность 1,2 кВт.

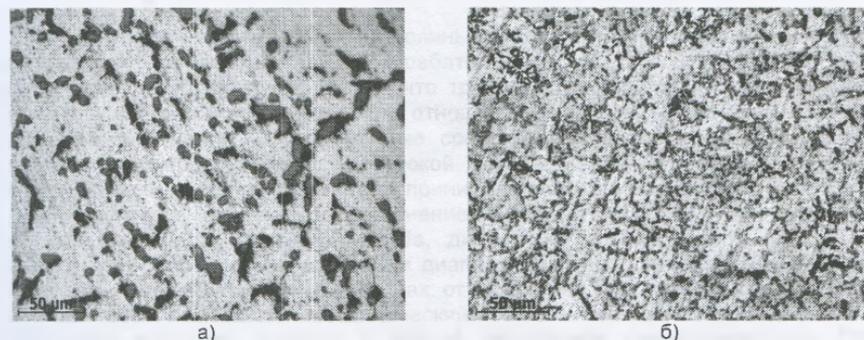
Исследования проводили по следующей методике. Расплавом массой 4 кг заполняли шмотографитовый тигель при температуре 850° С. Вводили в жидкий силумин волновод-излучатель и обрабатывали расплав ультразвуком в течение одной минуты. При этом температура жидкого сплава снижалась до 760° С. После этого волновод-излучатель извлекали из тигля и производили заполнение кристаллизатора расплавом до заданного уровня. Снова вводили волновод-излучатель в жидкий

силумин кристаллизатора и производили обработку затвердевающей отливки ультразвуком. Для сравнения получали контрольные слитки без обработки ультразвуком. Исследовали доэвтектический силумин АК8М4 и заэвтектический АК18М3. Диаметр слитков составлял 70 мм. Из их средней части вырезали образцы для испытания на разрывной машине ИР5143–200–11. Аналогичным образом получали шлифы. Их микроструктуру исследовали методами металлографического анализа с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа CarlZeiss «AxioTech vario». Полученные образцы на разрыв и шлифы подвергали также термической обработке по режиму Т5.

При исследовании слитков из силумина АК8М4 было установлено, что после ультразвуковой обработки они имеют меньше газовых пор и более мелкокристаллическую структуру (рис. 2, рис. 3).



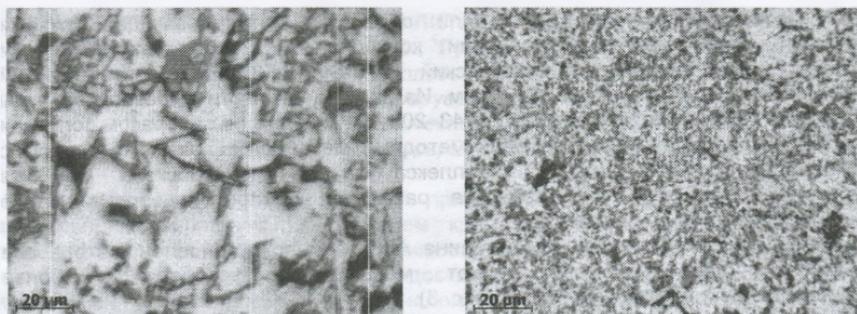
а) б)
Рисунок 2 – Микроструктура литых заготовок АК8М4:
а – без ультразвуковой обработки расплавов;
б – после ультразвуковой обработки расплавов; x 1000



а) б)
Рисунок 3 – Микроструктура заготовок АК8М4 после термообработки Т5:
а – без ультразвуковой обработки расплавов;
б – после ультразвуковой обработки расплавов; x 500

В результате проведенных исследований было установлено, что ультразвуковая обработка расплава силумина АК8М4 в тигле и кристаллизаторе позволяет повысить предел прочности отливок на разрыв в среднем на 40%.

При исследовании слитков из силумина АК18М3 было установлено, что после ультразвуковой обработки они также имеют меньше газовых пор и более мелкокристаллическую структуру (рис. 4).



а) б)
Рисунок 4 – Микроструктура литых заготовок АК18МЗ:
а – без ультразвуковой обработки расплавов;
б – после ультразвуковой обработки расплавов; х 1000

В основном измельчалась эвтектика, что позволило повысить предел прочности отливок на разрыв в среднем на 20%.

Таким образом, обработка расплавов силицинов в тигле и кристаллизаторе в основном измельчает эвтектику, снижает газовую пористость слитков и повышает предел их прочности на разрыв на 20...40%.