

УДК 669.715

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПЕРВИЧНОГО АЛЮМИНИЯ МАРКИ А5 ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ВЫСОКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

© Скороумов А.К., Пфетцер И.А., Клюев И.С., Черников Д.Г.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: andreyskoroumov@mail.ru

Одним из важнейших факторов, определяющих качество, технологичность и физико-механические свойства литой детали в машиностроении, является эффективность технологии обработки расплава в процессе литейного производства, потому что именно в жидкой и кристаллизующейся фазе формируется структура отливки. Однако в настоящее время на предприятиях машиностроительной отрасли существуют проблемы, связанные с качеством отливок ответственного назначения – пониженные механические свойства, высокий литейный брак по металлургическим и литейным дефектам, таким как пористость, усадочные рыхлоты и газовые раковины, загрязненность сплава неметаллическими включениями и другие.

Решение данных проблем достигается, в том числе путем формирования однородной мелкозернистой структуры слитков. Этого возможно добиться с помощью модифицирующей обработки. Ее можно осуществлять как химическим путем с помощью специальных добавок – модификаторов, так и физическим – воздействием на расплав различного рода полями [1].

Одним из перспективных физических способов обработки расплавов является магнитно-импульсная обработка (МИО) [2]. Данный способ и оборудование для его реализации разрабатываются совместно учеными Самарского университета и СамГТУ.

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния параметров МИО на расплав алюминия марки А5 технической чистоты (с содержанием примесей не более 0,5 %).

Приготовление рабочего сплава осуществлялось в печи электросопротивления. Температура плавления алюминия марки А5 составляет 660 °С, для заливки в песчаную форму температура перегрева расплава составляла 40±5 °С. Контроль температуры расплава в процессе проведения экспериментов осуществляли с помощью термопары.

МИО расплава проводилась по осевой схеме с помощью вспомогательной оснастки, которая состояла из плоского многовиткового индуктора и устройства для его установки и крепления над зеркалом обрабатываемого расплава. Параметры МИО для получения опытных образцов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры МИО расплава

Маркировка опытных образцов	Режимы МИО		
	Энергия разряда (W), кДж	Количество импульсов разряда (n), шт.	Время обработки, мин
0 (контрольный)	–	–	–
1-й образец	25 импульсов	1.5 кДж	2 минуты

Для косвенной оценки изменения структуры сплава был использован метод гидростатического взвешивания, основанный на законе Архимеда. Рассмотрим, как изменилась плотность образцов после МИО по табл. 2.

Таблица 2. Результат замера плотности отливок

Маркировка	$m_{\text{воздух}}$, Г	$m_{\text{вода}}$, Г	ρ , г/см ³
0	257	161	2,677
1	259	163	2,697

Повышение плотности после магнитно-импульсной обработки свидетельствует об измельчении структуры. Для исследования макроструктуры из центральной части отливки был вырезан образец толщиной 10 мм и изготовлен шлиф (табл. 3).

Таблица 3. Количественная оценка измельчения зерен

Маркировка образца	Минимальный размер зерна, мм	Максимальный размер зерна, мм	Средний размер зерна, мм
0	2,31	9,43	4,91
1	0,26	1,33	0,54

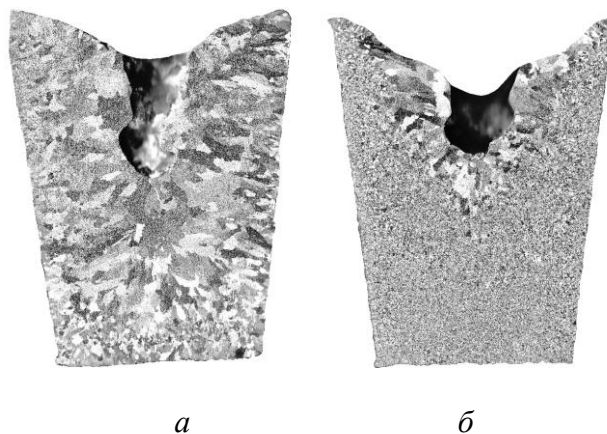


Рис. Снимки макроструктуры образцов: а – 0-й образец; б – 1-й образец

Анализируя полученные данные, можно сказать, что магнитно-импульсная обработка является эффективным бесконтактным экологически чистым физическим способом воздействия на расплавы, с помощью которого можно осуществить формирование мелкокристаллического строения, а также значительно улучшить литейные и механические свойства литых изделий, что способствует их более высоким эксплуатационным свойствам (см. рис.). Также в результате силового фактора МИО происходит значительное измельчение структуры литого металла.

Библиографический список

1. Современные технологии обработки материалов / Г.В. Боровский [и др.]. М.: Машиностроение, 2015. 304 с.
2. Прокофьев А.Б., Беляева И.А., Глушников В.А., Карпухин В.Ф., Черников Д.Г., Юсупов Р.Ю. М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Самар. Федер. исслед. центр Рос. акад. наук (САМНЦ РАН). Самара : Изд-во СНЦ, 2019. on-line. ISBN = 978-5-6043593-4-1.