

УДК 621.785.78:537.636

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО И ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФАЗООБРАЗОВАНИЕ ПРИ СТАРЕНИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК9

© Четверкин А.А.

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

e-mail: anton.chetverkin.01@mail.ru

Научный руководитель: Осинская Ю.В., канд. физ.-мат. наук, заведующий кафедрой
*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

Ключевые слова: магнитопластический эффект, старение, алюминиевый сплав, магнитные поля.

В работе представлены результаты исследования влияния постоянного и импульсного магнитных полей на физико-механические свойства алюминиевого сплава АК9 после искусственного старения. Образцы сплава, выдержанные в течение 2 ч и закаленные при 535 °С, подвергались старению длительностью 4 ч при температурах 140, 175 и 200 °С при наложении постоянного магнитного поля (ПМП) напряженностью 2,5 и 7 кЭ и импульсного магнитного поля (ИМП) амплитудой напряженности 2,5 и 7 кЭ и частотой 2 и 5 Гц.

При анализе экспериментальных данных было установлено следующее:

1. Металлографический анализ показал, что наложение ПМП на старение алюминиевого сплава АК9 приводит к уменьшению площади фазовых выделений чистого кремния с элементами эвтектики на 16 %, а увеличение температуры старения от 120 до 200 °С приводит к уменьшению площади фазовых выделений чистого кремния с элементами эвтектики как при наложении поля, так и без него в 1,3 раза.

2. Методом Виккерса и Бринелля установлен положительный магнитопластический эффект (МПЭ), величина которого достигает до 25 %. Причиной его обнаружения является формирование однородной и менее искаженной структуры сплава [1]. Рост напряженности ПМП, частоты и амплитуды напряженности ИМП способствуют усилению МПЭ.

3. Методом рентгенографического анализа установлено, что наложение ПМП и ИМП не приводит к значительным изменениям параметра кристаллической решетки, все значения лежат в пределах ошибки измерений.

4. Методом рентгеноструктурного анализа обнаружено, что при наложении ПМП и ИМП на старение наблюдается увеличение среднего размера блоков когерентного рассеяния 1,5 раза и уменьшению плотности дислокаций и величины относительной микродеформации в 2 и 1,4 раза, соответственно. Наблюдается корреляция между температурными зависимостями параметров тонкой структуры и микротвёрдости (твёрдости).

5. Метод рентгенофазового анализа показал, что наложение ПМП и ИМП во время старения сплава уменьшает полуширину дифракционных линий до 0,34° и их интенсивность до 20 раз по сравнению со старением без поля, что свидетельствует о снижении дефектности кристаллической решётки. Наблюдаемая закономерность усиливается с ростом температуры старения и характеристиками магнитных полей,

демонстрируя их благоприятное влияние на структуру и конструктивные свойства сплава.

6. Анализ результатов, полученных методом сканирующей зондовой микроскопии, даёт основание предположить, что наложение ПМП на старение сплава значительно повышает его пластические свойства. Это подтверждает корреляцию между прочностными и упругими характеристиками металлических сплавов и возможность использования термомагнитной обработки для управления их конструктивными свойствами [2].

Библиографический список

1. Осинская, Ю.В. Влияние амплитуды напряженности импульсного магнитного поля на параметры магнитопластического эффекта в состаренном алюминиевом сплаве Al-Si-Cu-Fe / Ю.В. Осинская, С.Г. Магамедова, А.В. Покоев // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2024. – № 1. – С. 17–22.
2. Золоторевский, В.С. Металловедение литейных алюминиевых сплавов: монография / В.С. Золоторевский. – М.: ИД МИСиС, 2005. – 376 с.