

УДК 537.63:539.26

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТЖИГА И ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПАРАМЕТРЫ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТР РЕШЕТКИ В СОСТАРЕННОМ АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ АК9

© Четверкин А.А., Осинская Ю.В.

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

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

В работах [1; 2] обнаружено, что физико-механические свойства и характеристики металлических сплавов, искусственно состаренных в постоянных и импульсных магнитных полях, существенно изменяются по сравнению со случаем старения без магнитного поля. Установлен магнитоэластический эффект [3; 4], проявляющийся в изменении пластических свойств металлических сплавов. В связи с этим с целью проверки общности эффекта и получения улучшенных свойств алюминиевых сплавов целесообразным является использование постоянного магнитного поля (ПМП) при термической обработке. В случае получения высоких значений конструктивных свойств становится возможной перспектива развития технологии термомагнитной обработки алюминиевых сплавов для получения требуемых физико-механических свойств.

Целью данной работы является комплексное экспериментальное исследование влияния постоянного магнитного поля (ПМП) напряженностью 557.2 кА/м, времени отжига 4 ч и температуры старения от 120 до 350°C на микроструктуру, фазовый состав, микротвердость, параметр решетки и параметры тонкой структуры состаренного алюминиевого сплава АК9.

Основываясь на анализе полученных экспериментальных данных, можно сделать следующие выводы:

1. Металлографический метод показал, что при наложении ПМП участки металлографического шлифа, которые идентифицируются как кремний с элементами эвтектики (Al+Si), становятся более вытянутыми и приобретают игольчатую форму, а их площадь уменьшается до 20 % по сравнению со случаем старения без наложения поля.

2. Методом измерения микротвердости установлен положительный магнитоэластический эффект, заключающийся в уменьшении микротвердости до 13 %, при этом пластические свойства сплава увеличиваются. Это можно объяснить тем, что при старении в ПМП структура алюминиевого сплава АК9 испытывает значительные изменения, становится более совершенной, однородной и менее искаженной как показали результаты рентгенофазового анализа, представленные ниже. Вследствие этого, движущиеся дислокации встречают на своем пути меньшее количество препятствий (фазы, границ зерен и т.д.), и сплав становится более пластичным.

3. Рентгенографический анализ показал, что температура старения и ПМП не оказывают существенного влияния на параметр кристаллической решетки сплава.

4. Методом аппроксимации обнаружено, что значения средних размеров блоков когерентного рассеяния при наложении ПМП всегда больше, чем в его отсутствие, а величина относительной микродеформации и плотность дислокаций меньше по сравнению со случаем без наложения магнитного поля, кроме того, наблюдается

корреляция между температурными зависимостями микротвердости и параметров тонкой структуры.

5. Методом рентгенофазового анализа установлено, что наложением ПМП приводит практически всегда к увеличению интенсивности всех наблюдаемых линий до 2 раз и уменьшению их полуширины до $0,30^\circ$, что свидетельствует о формировании более совершенной и однородной структуры сплава.

Библиографический список

1. Осинская Ю.В., Покоев А.В., Магамедова С.Г. Влияние частоты импульсного магнитного поля на старение алюминиевого сплава Al – Si – Cu – Fe // Известия РАН. Серия физическая. 2021. Т. 85, № 7. С. 1025–1030.

2. Осинская Ю.В., Покоев А.В., Дивинский С.В. и др. Магнитные свойства бериллиевой бронзы БрБ-2, состаренной в постоянном магнитном поле // Известия РАН. Серия физическая. 2022. Т. 86, вып. 11. С. 1545–1552.

3. Альшиц В.И., Даринская Е.В., Колдаева М.В., Петржик Е.А. Магнитопластический эффект: основные свойства и физические механизмы // Кристаллография. 2003. Т. 48, № 5. С. 838–867.

4. Моргунов Р. Б. Спиновая микромеханика в физике пластичности // Успехи физических наук. 2004. Т. 174, № 2. С. 131–153.