

Влияние внешних воздействий на параметры тонкой структуры и параметр решетки в состаренном алюминиевом сплаве АК9

А.А. Четверкин

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

Обоснование. В работах [1, 2] выявлено, что физико-механические свойства и характеристики конструкционных и литейных сплавов претерпевают существенные изменения при старении в магнитных полях. Обнаруживается магнитоэластический эффект (МЭЭ) [3, 4], который заключается в изменении подвижности дислокаций при наложении магнитного поля. В связи с этим, с целью проверки общности эффекта и получения улучшенных свойств алюминиевых сплавов, необходимо использовать магнитное поле при термической обработке. В случае получения высоких значений конструкционных свойств становится возможной перспектива развития методов термической обработки литейных сплавов с наперед заданными физико-механическими свойствами.

Цель — изучение воздействия ПМП напряженностью 7 кЭ, длительностью 4 ч, в температурном диапазоне от 120 до 350 °С на свойства и характеристики состаренного алюминиевого сплава АК9.

Методы. Металлографические исследования осуществляли на металлографическом микроскопе МИМ-8М. Площадь фазовых выделений чистого кремния рассчитывали при помощи программы «ВидеоТестРазмер-5.0». Измерение микротвердости осуществлялось по методу Виккерса на микротвердомере HAUSER. Относительная ошибка измерения среднего значения микротвердости составила 4 %. Рентгеноструктурный анализ проводили в CoK_α -излучении на дифрактометре рентгеновском общего назначения, оснащенный аппаратно-программным комплексом.

Результаты. Металлографический метод показал, что на поверхности металлографического шлифа наблюдаются светлые и темные участки, соответствующие α -твердому раствору на основе алюминия и чистому кремнию (Si). При наложении ПМП участки металлографического шлифа, соответствующие фазовым выделениям чистого кремния, становятся более вытянутыми и приобретают игольчатую форму, а их площадь уменьшается до 16 %. Методом измерения микротвердости установлено уменьшение микротвердости до 13 %, при этом пластические свойства сплава увеличиваются. Это связано с тем, что в ПМП структура алюминиевого сплава АК9 становится более совершенной, однородной и менее искаженной, как показали результаты рентгеновского анализа, представленные ниже. Вследствие этого средний пробег дислокаций увеличивается и сплав становится более пластичным. Рентгеновский анализ показал, что температура старения и ПМП не оказывают существенного влияния на параметр кристаллической решетки сплава. Методом аппроксимации обнаружено, что при наложении ПМП наблюдается тенденция к увеличению значений средних размеров блоков когерентного рассеяния и уменьшению величины относительной

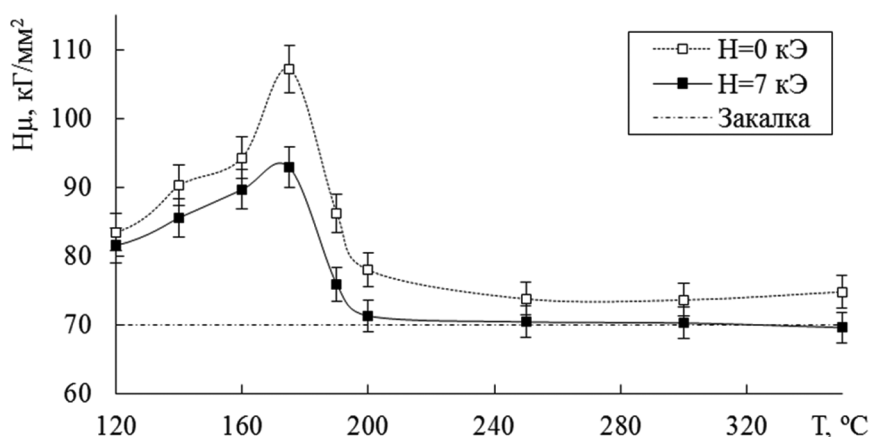


Рис. 1. Зависимость микротвердости алюминиевого сплава АК9 от температуры старения

микродеформации и плотности дислокаций, кроме того, установлена корреляция между температурными зависимостями микротвердости и параметров тонкой структуры.

Выводы. Анализ полученных данных показал, что в ПМП пластические свойства сплава увеличиваются и формируется менее искаженная структура. Результаты данной работы в совокупности с ранее полученными могут внести свой вклад в развитие методов термической обработки цветных сплавов.

Ключевые слова: старение; постоянное магнитное поле; магнитопластический эффект; рентгеновский анализ.

Список литературы

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. DOI: 10.31857/S0367676521070176
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, № 11. С. 1545–1552. DOI: 10.31857/S0367676522110217
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. EDN: ONUMFP
4. Моргунов Р.Б. Спиновая микромеханика в физике пластичности // Успехи физических наук. 2004. Т. 174, № 2. С. 131–153. DOI: 10.3367/UFNr.0174.200402c.0131

Сведения об авторах:

Антон Александрович Четверкин — студент, группа 4402-030302D, физический факультет; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: anton.chetverkin.01@mail.ru

Осинская Юлия Владимировна — научный руководитель, кандидат физико-математических наук, доцент; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: osinskaya.yuv@ssau.ru