

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СТРУКТУРУ И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЯ

В.В. ШЛЯРОВ, Е.А. АНУЧИНА, Д.В. ЗАГУЛЯЕВ

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, РФ
E-mail: shlyarov@mail.ru

В настоящее время разными научными коллективами выполнен комплекс исследований, посвященных определению влияния магнитного поля на пластическую деформацию материалов и установлено, что воздействие магнитным полем приводит к изменению прочностных и пластических характеристик материалов [1]. Объяснение данного явления сводится к тому, что воздействие магнитных полей приводит к спиновой конверсии в примесных центрах, приводящей к перестройке их электронной структуры и соответствующему снижению их взаимодействия с дислокациями, что облегчает перемещение дислокаций (пластифицирует материал), уменьшая связанные со средним пробегом между препятствиями характеристики деформации. На кафедре физики СибГИУ к настоящему времени выполнены исследования по выявлению влияния магнитных полей на микротвердость алюминия [2], и на процесс пластической деформации меди [3]. В продолжении данной работы было принято решение проводить исследования по вопросам влияния магнитных полей на процесс пластической деформации алюминия, выбран алюминий марки А85. Химический состав исследуемого материала представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав в % сплава А85

Fe	Si	Ti	Al	Cu	Zn
до 0,08	до 0,06	до 0,01	99,85	до 0,01	до 0,02

Перед проведением исследований образцы проходят тщательную пробоподготовку. Изготовление образцов из алюминия, которые представляют собой образцы проволоки длиной 0,25 м, проведение их рекристаллизационного отжига при температуре 700 К в течение 2 часов с последующим охлаждением в печи. В качестве источника постоянного магнитного поля используется электромагнит, питающийся от источника постоянного тока. В зависимости от силы тока протекающего по катушкам регулируется индукция магнитного поля. Индукция магнитного поля измерялась миллитесламетром с точностью до 0,01 мТл. С полученными образцами проводятся испытания ползучести без воздействия и с воздействием магнитного поля, при этом индукция магнитного поля варьируется от 0 до 0,3 Тл. Одним из параметров, характеризующих процесс ползучести является – скорость стационарной ползучести. Для ее определения используется испытательная машина на растяжение с программным комплексом, позволяющим снимать зависимости деформации от времени, при постоянной нагрузке (кривые ползучести).

Для выявления структуры алюминия использовались стандартные методы материаловедения. После разрыва проволоки ее помещают в форму для фиксации и заливают эпоксидной смолой. После чего проводится механическая шлифовка, полировка и последующее химическое травление, для проявления структуры материала и дальнейшего исследования влияния магнитного поля на структуру. Для анализа структуры использовался оптический металлографический микроскоп OLYMPUS GX-51. Изображение исходной структуры исследуемого материала, разрушенного в магнитном поле и без него, а также гистограммы распределения зерен по размерам, для каждого состояния, представлены на рисунке 1.

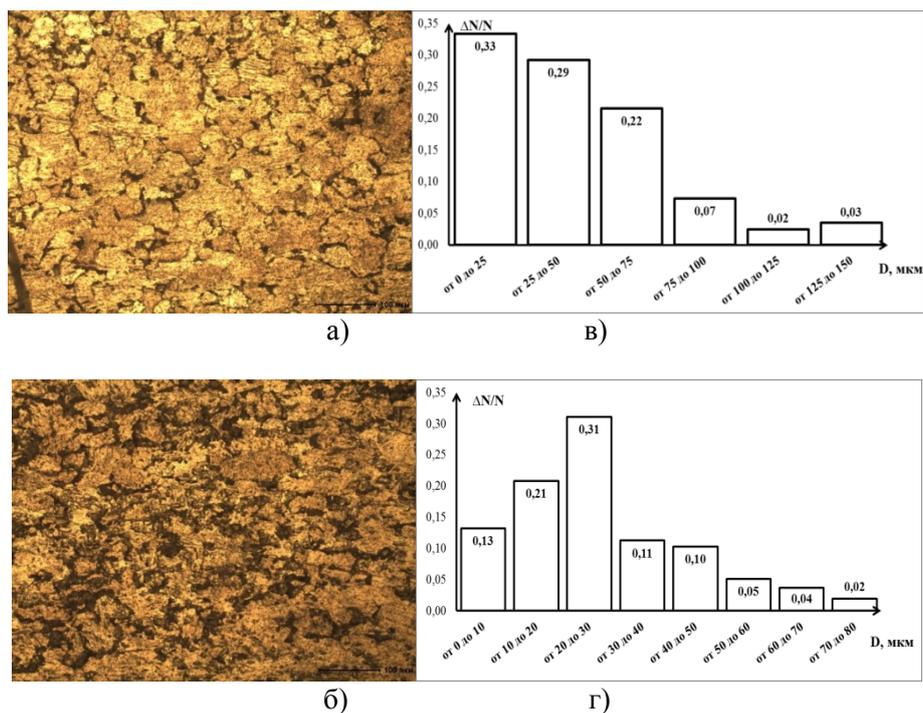


Рисунок 1 - а) Оптическое изображение исходной структуры А185; б) оптическое изображение структуры А185 разрушенного в условиях ползучести при воздействии МП 0,1 Тл; в) распределение зерен по размеру в среднем по образцу в исходной структуре А185; г) при воздействии МП 0,1 Тл.

Проведенный анализ оптических изображений показал, что в исходном состоянии структура алюминия характеризуется изотропными зернами рекристаллизационного происхождения. Для исходной структуры алюминия минимальное значение размера зерен составляет 4,2 мкм, максимальное 266,7 мкм. А для образца алюминия, который разрушился при воздействии магнитного поля 0,1 Тл, характеризуется минимальным значением размера зерен 4,2 мкм, максимальным 137,5 мкм. В результате проведенных исследований было установлено, что ползучесть не приводит к изменению средних размеров зерен, которое составляет в исходной структуре 50,5 мкм; средний размер зерен в структуре разрушенной без воздействия магнитного поля 25,1 мкм, а при воздействии магнитным полем составляет 29,4 мкм. В результате выполнения работы было установлено, что деформация в условиях ползучести с одновременным действием магнитного поля приводит к увеличению наиболее вероятного размера зерен при этом несущественно меняя средний размер зерен.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания 3.1283.2017/4.6

Список литературы

1. Урусовска А. А., Альшиц В. И., Смирнов А. Е. Эффекты магнитного воздействия на механические свойства и реальную структуру немагнитных кристаллов // Кристаллография. - 2003. - №5. - С. 855-872.
2. Загуляев Д.В. Характер влияния импульсного магнитного поля на микротвердость алюминия / Д.В. Загуляев, С.В. Коновалов, М.В. Пономарева, В.Е. Громов, // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2010. – №1. – С. 32-35.
3. Коновалов, С. В. Закономерности изменения дислокационной субструктуры меди при ползучести в магнитном поле / С.В.Коновалов, Д. В. Загуляев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия.– 2015. – № 3. – С. 64-70.