

05;07

Кинетика изменения отражающей способности алюминиевых наноструктурных сплавов при лазерном облучении

© П.Ю. Кикин, А.И. Пчелинцев, Е.Е. Русин

Институт машиноведения РАН (Нижегородский филиал)
E-mail: rusin@mech.unn.runnet.ru

Поступило в Редакцию 12 мая 2004 г.

Показано, что отражающая способность наноструктурных сплавов на основе алюминия при воздействии лазерного импульса неразрушающей интенсивности существенно уменьшается и носит нелинейный характер.

Класс наноструктурных материалов, полученных способами интенсивной пластической деформации [1], в особенности сплавов на основе алюминия, известен своими уникальными механическими свойствами, главное из которых — высокая пластичность при определенных условиях деформирования. Изделия из этих материалов перспективны в широких областях промышленности [1,2].

К настоящему времени не существует детального исследования по применению лазерных технологий для термической и размерной обработки этих материалов.

Это требует детального исследования процессов, происходящих как на поверхности, так и в зоне термического влияния лазерного воздействия на материал, находящийся в существенно неравновесном состоянии.

В работе исследовалось изменение отражающей способности наноструктурного материала (алюминиево-литиевый сплав средней прочности марки 1420, химический состав которого характеризуется следующими показателями: Li — 1.8–2.3%, Mg — 4.5–6.0%, Zn — 0.08–0.15%) при воздействии одиночного малоинтенсивного лазерного импульса. В эксперименте использовался YAG:Nd³⁺-лазер с параметрами излучения: длина волны излучения $\lambda = 1.06 \mu\text{m}$, длительность импульса 5 ns, интенсивность $2 \cdot 10^5 \text{ W/cm}^2$. Данные параметры из-

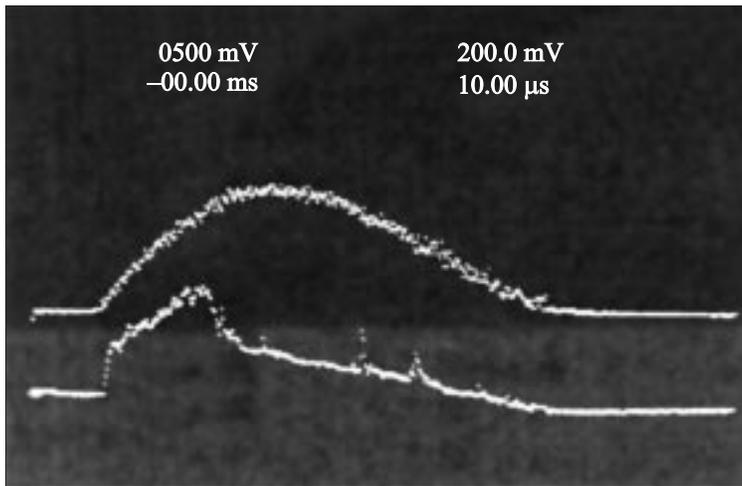


Рис. 1. Осциллограммы импульса излучения лазера (*верхняя кривая*) и отраженного сигнала (*нижняя кривая*).

лучения обеспечивали неразрушающее воздействие на поверхность полированных образцов.

На рис. 1 представлены осциллограммы импульса излучения лазера и отраженного сигнала. На первой стадии воздействия (~ 1.2 ms) формы падающего и отраженного импульсов практически совпадают. На второй стадии происходит заметное уменьшение амплитуды отраженного сигнала, что, вероятно, связано с изменением структурных и химических свойств тонкого поверхностного слоя материала.

С целью объяснения этого эффекта проводились металлографические исследования образцов в зоне лазерного воздействия. На рис. 2 представлены структура зоны термического влияния и структура исходного материала. В приповерхностном слое (в зоне термического лазерного влияния) отмечается изменение однородности структуры по сравнению с исходной (нижняя часть рисунка). Размер зерна в зоне термического влияния составляет $5\text{--}10\ \mu\text{m}$. В исходной структуре материала, подвергнутого интенсивной пластической деформации, размер зерна составляет $0.5\text{--}2\ \mu\text{m}$, частично образующие крупные включения размером до $10\ \mu\text{m}$, на границах которых сконцентрированы

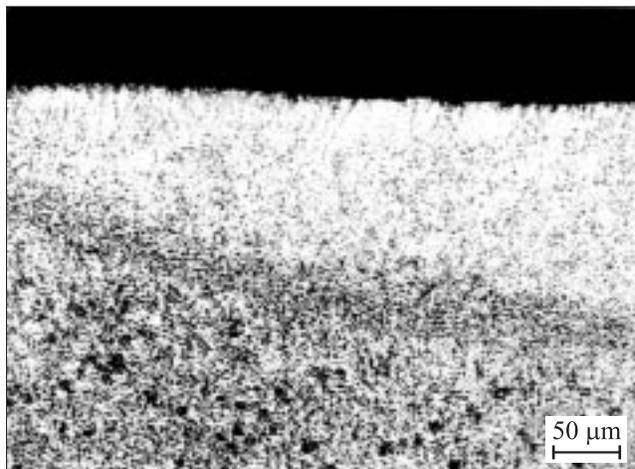


Рис. 2. Структура зоны термического влияния после воздействия одиночного лазерного импульса.

примесные фазы [1] (на рис. 2 они выглядят как темные пятна). Таким образом, импульсное воздействие лазерного излучения даже умеренной интенсивности на материалы данного класса приводит к заметным изменениям структуры и морфологии поверхности материала, которые влияют на отражающую способность. Авторы полагают, что это связано с запасенной в результате интенсивной пластической деформации энергией и с большим увеличением скорости зернограничной диффузии, на что указывается, например, в работах [1,2]. Кроме этого, важным фактором является наличие в данном сплаве элементов с низкой температурой плавления и их высокой химической активностью. Это, в частности, относится к литию и магнию и соединениям на их основе.

Список литературы

- [1] *Валиев Р.З., Александров И.В.* Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000. 272 с.
- [2] *Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов / Под ред. Ю.Р. Колобова, Р.З. Валиева.* Новосибирск: Наука, 2001. 231 с.