

05;07

Структурные изменения мелкозернистого алюминиевого сплава 1420 под действием лазерного излучения

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

Институт машиноведения РАН (Нижегородский филиал)

E-mail: rusin@mech.unn.ru

Поступило в Редакцию 7 июля 2005 г.

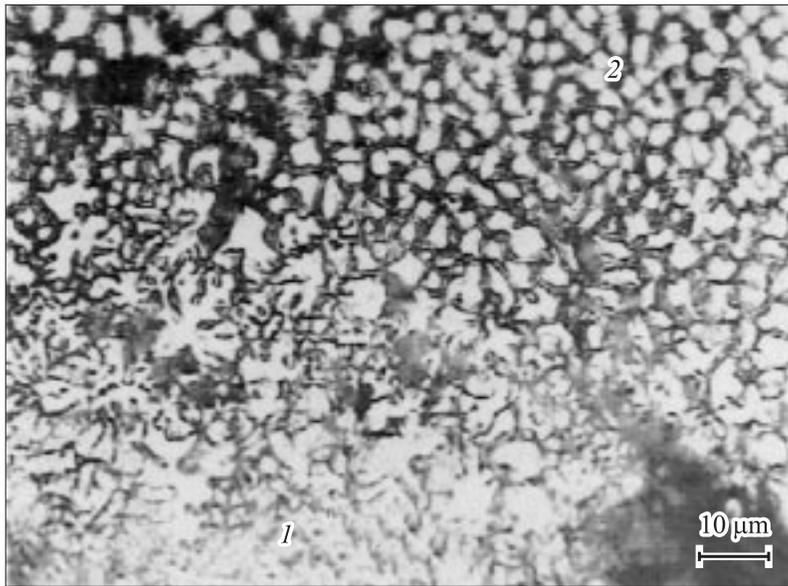
Показано, что облучение лазерными импульсами может привести к повышению термостабильности структуры мелкозернистого алюминиевого сплава 1420.

PACS: 42.62.Cf, 81.05.Bx

Мелкозернистый алюминиевый сплав 1420, Al–(1.8–2.3)% Li–(4.5–6.0)% Mg–(0.08–1.15)% Zr, является термоупрочняемым [1,2]. Термоупрочнение связано с выделением частиц второй фазы по границам зерен и достигается отжигом. Осуществление этого процесса является одним из способов повышения термической стабильности мелкозернистых сплавов. Однако в процессе отжига происходит рост зерна, что существенно снижает прочностные характеристики сплава.

В настоящей работе показано, что процесс выделения частиц второй фазы по границам зерен без существенного увеличения размера зерна может быть достигнут путем облучения сплава короткими лазерными импульсами.

При проведении работы образцы мелкозернистого алюминиевого сплава 1420, полученного методом равноканального углового пресования (РКУ), подвергались облучению импульсами ИАГ-лазера с



Структура мелкозернистого алюминиевого сплава 1420 после лазерного воздействия: 1 — исходная структура, 2 — зона термического влияния.

параметрами: интенсивность излучения $\sim 4.5 \cdot 10^5 \text{ W/cm}^2$, длительность $\sim 5 \text{ ms}$.

Металлографические исследования зоны термического влияния (см. рисунок) показали заметные изменения структуры поверхностного слоя материала, выраженные в образовании более рельефных границ зерен по сравнению с исходным материалом. В редких случаях при воздействии одиночного импульса в зоне термического влияния образовывались микротрещины. При многократном воздействии на одну и ту же область образца количество микротрещин увеличилось.

На рентгеновском дифрактометре ДРОН 3М методом скользящего рентгеновского пучка проводилось измерение по точкам межплоскостного расстояния (d_{422}) исследуемых образцов до и после лазерного облучения. Результаты измерения межплоскостных расстояний для образца с крупнокристаллической (размер зерна $\geq 10 \mu\text{m}$) мелкокристаллической (размер зерна $\leq 3 \mu\text{m}$) структурой приведены в таблице.

Значения межплоскостных расстояний алюминиевого сплава 1420 до и после лазерного облучения

Образец	d_{422} , Å до облучения	d_{422} , Å после облучения	Δ , Å
Крупнозернистый	0.8298 ± 0.0002	0.8297 ± 0.0002	0.0001
Мелкозернистый	0.8306 ± 0.0004	0.8295 ± 0.0004	0.001

Результаты исследования показали, что в мелкозернистых образцах произошло уменьшение межплоскостного расстояния и его величина приблизилась к межплоскостному расстоянию чистого алюминия. Уменьшение межплоскостных расстояний свидетельствует о диффузии примесных атомов на границы зерен. Пресыщение примесными атомами границ зерен приводит к выпадению частиц второй фазы. После окончания действия лазерного излучения зона термического влияния охлаждается. При этом в силу различия коэффициентов термического расширения частиц и матрицы вблизи частиц создаются высокие локальные поля внутренних напряжений, способные вызвать зарождение микротрещин. У образцов с крупнозернистой структурой изменения межплоскостного расстояния не зарегистрировано.

Таким образом, даже за короткое время (5 ms) воздействия лазерного излучения в приповерхностном слое сплава 1420 на границах зерен создается повышенная концентрация частиц второй фазы (без заметного увеличения размеров зерна). Как результат, увеличивается термическая стабильность мелкозернистой структуры сплава. Очевидно, что этот процесс достигается при определенном сочетании параметров микроструктуры сплава с энергетическими и временными характеристиками лазерного излучения.

В заключение авторы выражают благодарность В.Н. Перевезенцеву за полезное обсуждение работы.

Список литературы

- [1] *Валиев Р.З., Александров И.В.* Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000. 272 с.
- [2] *Захаров В.В.* // Металловедение и термическая обработка металлов. 1997. № 2. С. 15–20.