

# ВЛИЯНИЕ МЕГАПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА СТРУКТУРНЫЕ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В Al-Li СПЛАВЕ 1469

*Распоиенко Д.Ю., Кайгородова Л.И., Пушин В.Г., Пилюгин В.П.*

Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

dmitrijrasp@gmail.com

Основными преимуществами высокопрочных сплавов на основе системы Al-Li, используемых в аэрокосмической технике, по сравнению с традиционными алюминиевыми сплавами, являются более низкий удельный вес и повышенный модуль упругости. Все промышленные Al-Li сплавы характеризуются высокой объемной долей упрочняющих фаз и сложностью фазовых превращений при старении, что влияет на уровень прочностных свойств, коррозионной стойкости, пластичности и вязкости разрушения. На формирование той или иной структуры в данных сплавах особенно сильное влияние оказывают режимы деформации и термической обработки [1,2].

В связи с этим нами исследовано влияние мегапластической деформации (МПД) на структуру и свойства алюминий-литиевого сплава нового поколения 1469. Состав сплава приведен в таблице 1.

Таблица 1. Состав сплава 1469, масс. %

Cu	Li	Zr	Sc	Ag	Mg	Al
3,2	1,2	0,09	0,11	0,4	0,3	Ост.

Электронно-микроскопическое исследование структуры сплава после МПД осуществляли методом тонких фольг в электронном микроскопе JEM – 200 CX. Механические свойства (микротвердость, модуль упругости и пластичность) измерялись методом инструментального индентирования.

Первоначально исследовали структуру исходного сплава 1469 с обычной МК-структурой после искусственного старения на стадии максимального упрочнения (160 °С, 30 ч). Исследование выявило, что при данных режимах искусственного старения происходит распад пересыщенного твердого раствора с выделением стабильных фаз  $T_1(Al_2LiCu)$  и содержащей Ag  $\Omega$ -фазы (состав этой фазы не определен), с преимущественным выделением частиц  $T_1$ -фазы.

Далее исследовали структуру сплава после МПД. Электронно-микроскопическое исследование показало, что структура сильнодеформированного сплава зависит от режимов деформации. Обнаружили, что возрастание степени деформации (угла поворота  $\varphi$  от  $2\pi$  до  $20\pi$  рад при нагрузке  $P = 4$  ГПа) способствует переходу от фрагментированной структуры к рекристаллизованной, с размером зерна 30 – 50 нм. (рисунок 1а – е)

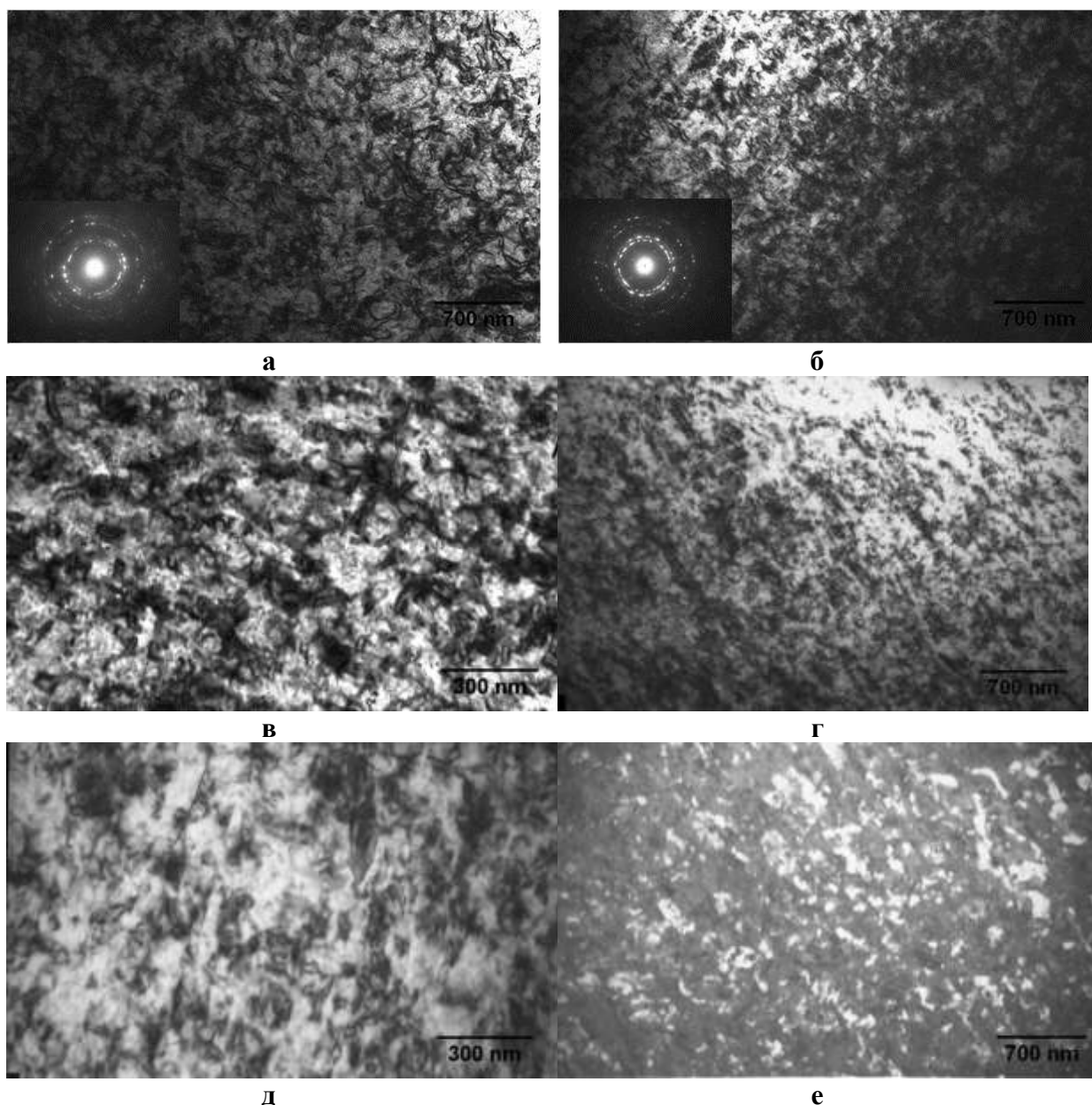


Рисунок 1. Микроструктура сплава 1469 после МПД: а - светлопольное изображение и кольцевая электронограмма  $P=4\text{ ГПа}$ ,  $\varphi = 2\pi$  рад; б, в - светлопольные изображения и кольцевая электронограмма  $P=4\text{ ГПа}$ ,  $\varphi = 10\pi$  рад; г, д - светлопольные изображения  $P=4\text{ ГПа}$ ,  $\varphi = 20\pi$  рад, е – темнопольное изображение в рефлексе  $(220)_{\text{Al}}$   $P=4\text{ ГПа}$ ,  $\varphi = 20\pi$  рад.

Кроме того МПД изменяет механизм и кинетику фазовых превращений. Так, выявлено выделение частиц стабильной фазы  $T_2$  ( $\text{Al}_6\text{CuLi}_3$ ). Такой эффект может быть обусловлен как изменением растворимости основных легирующих компонентов в матрице за счет возрастания плотности поверхностей раздела (границ нанозерен), так и высокой концентрацией дефектов кристаллической решетки (рисунок 2 а, б).

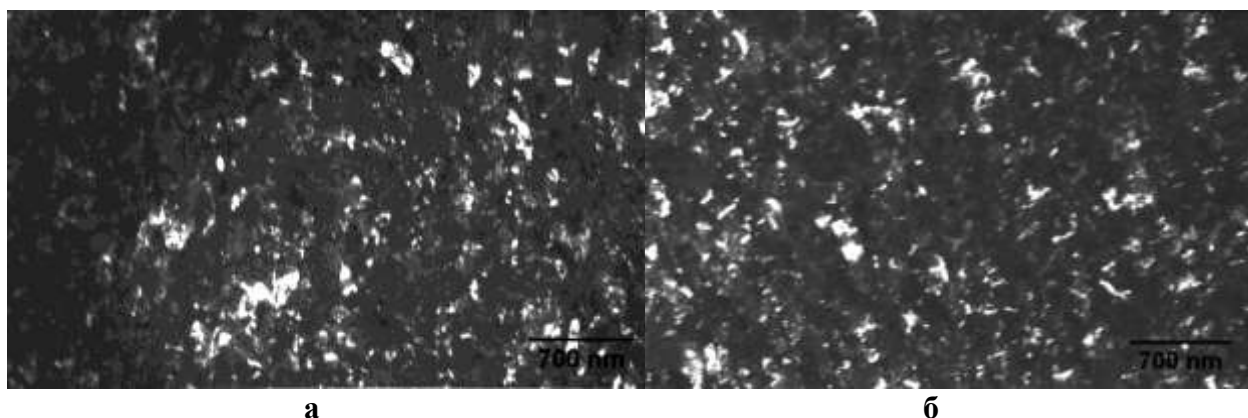


Рисунок 2. Темнопольные изображения микроструктура сплава 1469 после МПД в рефлексе  $(530)_{\Gamma_2}$ : а -  $P = 4\text{ГПа}$ ,  $\varphi = 10\pi$  рад; б –  $P = 4\text{ГПа}$ ,  $\varphi = 20\pi$  рад.

#### Список используемой литературы.

1. Кайгородова Л.И., Пушин В.Г., Распосиенко Д.Ю., Пилюгин В.П. Влияние интенсивной пластической деформации на образование нанокристаллической структуры и старение многокомпонентного алюминий-литиевого сплава с малыми добавками Sc и Mg // ФММ, 2011, том 111, № 1, с. 74 - 81.
2. Кайгородова Л.И., Распосиенко Д.Ю., Пушин В.Г., Пилюгин В.П. Влияние длительного вылеживания на структуру и свойства сплава на основе системы Al-Li-Cu-Zr, подвергнутого интенсивной пластической деформации кручением под давлением. ФММ, 2012, том 113, № 9, с. 913 - 924.