

## СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТА ИЗ СПЛАВА Д16, ПОЛУЧЕННОГО ВАЛКОВЫМ ЛИТЬЕМ

А.Г. Пригунова, А.В. Ноговицын, И.Р. Баранов, М.В. Кошелев

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,  
г. Киев, Украина

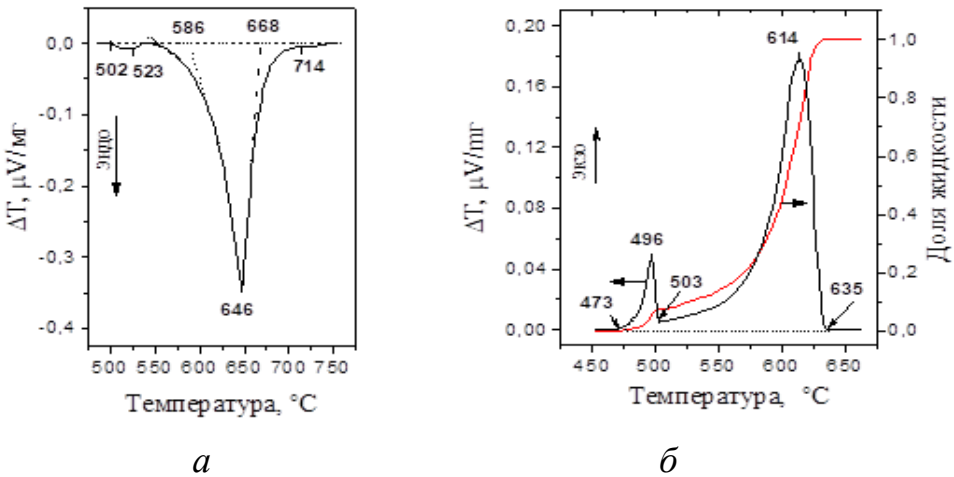
Алюминиевый деформируемый сплав Д16 относится к системе Al-Cu-Mg и является наиболее распространенным представителем группы алюминиевых сплавов, применяемых в деформированном виде после обработки давлением в твердом состоянии и упрочняемых термической обработкой.

Энергосберегающей прогрессивной технологией получения листа является литье-прокатка [1], которая отличается от традиционного способа прокатки своеобразием процесса кристаллизации и формирования структуры. Основными упрочняющими фазами сплава Д16 являются интерметаллиды  $S(Al_2CuMg)$  и  $\theta-CuAl_2$ . По литературным данным в интервале температур 20...200° С растворимость компонентов практически не изменяется, а полное растворение интерметаллидных фаз достигается гомогенизацией при температуре 480...500°С, продолжительностью до 8 часов [2]. Учитывая особенности процесса литья-прокатки, в работе исследовали влияние выше указанного вида термической обработки на структуру листа из сплава Д16 при температуре 490 °С, в течение 1...5 часов.

Прокатку осуществляли на двухвалковой установке литья-прокатки с диаметром валков 420 мм, линия соединения центров которых расположена под углом 45 градусов к горизонтали. Длина бочки – 600 мм. Скорость охлаждения в межвалковом пространстве порядка  $10^3$  °С/с. Температуру гомогенизации определяли с учетом литературных данных [2] и результатов собственных исследований методом ДТА, представленных на рис. 1.

Структура листа, полученного прокаткой из жидкого состояния (рис. 2 а), представлена зернами твердого раствора алюминия ( $Al_\alpha$ ), по границам которых располагаются фазы  $S(Al_2CuMg)$  и  $\theta-CuAl_2$ . Несмотря на довольно широкий диапазон изменения величины зерна  $Al_\alpha$  от 15 мкм до 70 мкм, поверхность листа характеризуется практически равномерным распределением зерен, средний размер которых составляет 30...40 мкм. Зерна твердого раствора  $Al_\alpha$  содержат элементы субструктуры глобулярной или приближенной к ней формы, с ободками по периметру, представляющими собой зоны с более высокой степенью пересыщения  $\alpha$ -фазы атомами легирующих и примесных элементов - наиболее вероятно, меди и магния.

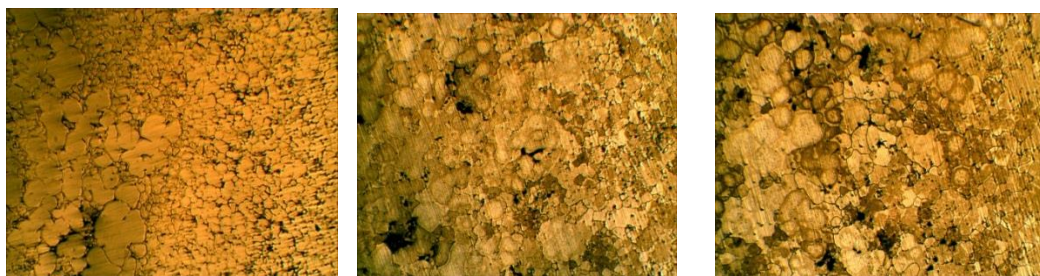
По сечению листа толщиной 2,5 мм структура неоднородная: мелкокристаллическая (15...40 мкм) в слоях, соприкасающимися с поверхностью валков при прокатке, до грубых зерен размером 70...250 мкм на  $\frac{1}{2}$  его сечения.



**Рис. 1.** Приведенные кривые ДТА плавления (а), кристаллизации (б) и ДЖТ (б) сплава Д16

Гомогенизация образцов листа из сплава Д16 при температуре 490 °С приводит к укрупнению зерен твердого раствора алюминия, которые на поверхности листа в зависимости от времени термической обработки в среднем составляют 70...200

мкм (рис. 2 б, в). Увеличение времени выдержки до 3...5 часов (рис. 2 б, в; 3 б, в) приводит к формированию и выделению из пересыщенного твердого раствора алюминия интерметаллидных фаз, происходит рост и коагуляция  $\theta$ - и S-фаз, которые выделяются как по границам зерен, так и внутри их. Появляются участки с пережогом. Однако структура по сечению (толщине) листа становится более однородная. Отсутствуют зоны с преимущественно мелкими или крупными зёрнами  $\alpha$ -фазы.



*а*

*б*

*в*

**Рис. 2.** Микроструктура сечения листа при литье-прокатке: *а* – без термообработки; *б* - обработка 3 часа; *в* – обработка 5 часов, х 200

**Вывод:** Специфичность процесса литья-прокатки по сравнению с прокаткой в твердом состоянии позволяет существенно сократить время термической обработки гомогенизацией листа из сплава Д16, которое не должно превышать более трёх часов.

### Литература

2. Гридин А.Ю. Получение полос из высокопрочных алюминиевых сплавов валковой разливкой-прокаткой / А.Ю. Гридин, М. Шапер, В.Н. Данченко // Обработка металлов давлением. – 2011. – № 3 (28). – С. 184 – 194.
3. Захаров Е.Д., Ливанов В.А. Алюминиевые сплавы. Плавка и литье алюминиевых сплавов. Под ред. Добаткина В.С.- М.: Металлургия.- 1970 – С. 232 – 247.