

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Жемчужниковой Д.А. «Влияние деформации на структуру и механические свойства Al-Mg-Sc-Zr сплава», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Сплавы системы Al-Mg широко используются в промышленности, в том числе аэрокосмической отрасли благодаря высокой технологичности при обработке давлением и сварке. Легирование магниевых сплавов 0,2%Sc почти на 30% увеличивает предел текучести сплавов благодаря когерентной фазе с  $L1_2$  решеткой, которая образуется в виде частиц размером 2-5 нм, размер которых практически не меняется вплоть до температур  $450^{\circ}\text{C}$ , что повышает температуру рекристаллизации до  $>500^{\circ}\text{C}$ . Известно, что цирконий в сочетании со скандием дает синергетический эффект, что делает его перспективным легирующим, позволяющим снизить стоимость сплавов Al-Mg-Sc. Несмотря на значительное количество исследований сплавов системы Al-Mg-Sc-Zr многие вопросы научного и практического плана остаются не ясными, что затрудняет более широкое использование этих сплавов в технике. В этой связи представляется актуальной тема диссертационной работы Жемчужниковой Д.А., направленной на изучение влияния ТМО, в том числе методами интенсивной пластической деформации, а также сварки трением с перемешиванием на структурное состояние и свойства сплава Al-Mg-Sc-Zr.

Из полученных в диссертации результатов следует особо отметить следующие:

1. Показано, что повышенные характеристики прочности и пластичности при криогенных температурах сплава Al-Mg-Sc-Zr обусловлены подавлением эффекта динамического деформационного старения и увеличением коэффициента деформационного упрочнения.
2. Установлено, что уменьшение размера зерна деформированного сплава по сравнению с литым состоянием позволяет понизить температуру перехода в хрупкое состояние до температур ниже  $-196^{\circ}\text{C}$ .
3. Показана эффективность применения для горячекатаных листов из сплава Al-Mg-Sc-Zr сварки трением с перемешиванием, которая позволяет получить в сварном шве прочность в 90-100% от прочности основного материала.

В качестве рекомендации отметим, что при дальнейших исследованиях целесообразно изучить стабильность при повышенных температурах мелкозернистой структуры деформированного материала с тем, чтобы расширить области применения сплава, в том числе в авиации.

В целом диссертационная работа Жемчужниковой Д.А. полностью соответствует специальности 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, а также требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней.

Докт.техн.наук, профессор кафедры  
«Материаловедение и технология новых  
материалов» МАИ

Подпись профессора С.Я. Бецофена  
удостоверяю Начальник научно-  
организационного управления МАИ



С.Я. Бецофен

А.М. Раздолин

Бецофен Сергей Яковлевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры МиТОМ, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 121552, Москва, ул. Оршанская, 3; +7(910)459-9525; [s.betsofen@gmail.com](mailto:s.betsofen@gmail.com).