

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Жемчужниковой Д.А.

«Влияние деформации на структуру и механические свойства Al-Mg-Sc-Zr сплава», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01

Представленная работа посвящена актуальной теме, исследованию влияния термомеханической обработки, в том числе методами интенсивной пластической деформации, на структуру и механические свойства сплава системы Al-Mg-Sc-Zr в интервале температур от  $-196^{\circ}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ , а также получению сварных соединений сплава методом сварки трением с перемешиванием.

Автором исследованы возможные способы повышения свойств алюминиевого сплава 15XX серии методами больших пластических деформаций, в частности прокаткой и РКУП.

Проведены структурные исследования сплава, как в исходном состоянии, так и после деформации методами горячей, холодной прокатки и РКУП.

Показано, что в исходном состоянии микроструктура сплава состоит из равноосных зерен со средним размером  $\sim 22$  мкм, когерентные частицы  $\text{Al}_3(\text{Sc},\text{Zr})$  равномерно распределены в теле зерен и имеют округлую форму со средним диаметром 7-10 нм. Горячая прокатка привела к вытягиванию исходных зерен вдоль направления деформации, средний размер зерен в продольном и поперечном направлениях составил 52 мкм и 6 мкм соответственно. В результате холодной прокатки формируются сильно вытянутые зерна со средней толщиной 1,2 мкм. Средний размер полученных в результате РКУП зерен сплава, имеющих слегка вытянутую вдоль направления прессования форму, составляет  $\sim 0,7$  мкм, с объемной долей  $\sim 0,92$ . Средний размер когерентных частиц  $\text{Al}_3(\text{Sc},\text{Zr})$  составил 7-10 нм.

Проведены механические испытания на растяжение в интервале температур от  $-196^{\circ}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ . Также, проведены испытания по определению ударной вязкости в интервале температур от  $-100^{\circ}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$  и усталостных характеристик материала в исходном и деформированном состояниях.

В работе были получены сварные соединения выполненные методом сварки трением с перемешиванием. Рассмотрено влияние данного вида сварки на структурные изменения Al-Mg-Sc-Zr сплава в исходном и горячекатаном состояниях.

Автором приведены результаты статических и динамических испытаний различных состояний сплава в интервале температур от  $-196^{\circ}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ . Представлены результаты на многоцикловую усталость при комнатной температуре. Изучены особенности разрушения различных зон сварных соединений полученных сваркой трением с перемешиванием.

К недостаткам автореферата следует отнести то, что исследование влияния различных методов прокатки на структуру и свойства материала

проводились на небольших заготовках размером 80x80x40мм. Также, не приведен прогноз для структуры и свойств, который может ожидаться при использовании крупногабаритных заготовок при методе РКУП.

Данные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы Жемчужниковой Д.А. В целом, данная диссертационная работа представляет собой исследование, выполненное на актуальную и практически важную для нашей организации тему, т.к. ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» в настоящее время является заказчиком полуфабрикатов из алюминиевых сплавов марок 1545К и 01570.

В дальнейшем для ракетно-космической отрасли и в частности для нашего предприятия большой интерес представляют данные исследования, проведенные при температуре  $-253^{\circ}\text{C}$ , так как сплав марки 1545К планируется применять в перспективных конструкциях РКТ, работающих при температуре до  $-253^{\circ}\text{C}$ .

Выполненная работа по своей актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Жемчужникова Д.А. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

**Заместитель Генерального  
конструктора КБ «Салют»**



**С.В. Кузнецов**

1.02.16

**Начальник отделения КБ «Салют»**

**Н.Г. Александров**

29.02.16

Организация: Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Государственный космический научно-производственный центр имени М.В.  
Хруничева» (ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»).

Почтовый адрес: 121087, г. Москва ул. Новозаводская д.18.

Тел.: 8(499)749-50-30.

E-mail: salut@khrunichev.com.

проводились на небольших заготовках размером 80x80x40мм. Также, не приведен прогноз для структуры и свойств, который может ожидаться при использовании крупногабаритных заготовок при методе РКУП.

Данные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы Жемчужниковой Д.А. В целом, данная диссертационная работа представляет собой исследование, выполненное на актуальную и практически важную для нашей организации тему, т.к. ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» в настоящее время является заказчиком полуфабрикатов из алюминиевых сплавов марок 1545К и 01570.

В дальнейшем для ракетно-космической отрасли и в частности для нашего предприятия большой интерес представляют данные исследования, проведенные при температуре  $-253^{\circ}\text{C}$ , так как сплав марки 1545К планируется применять в перспективных конструкциях РКТ, работающих при температуре до  $-253^{\circ}\text{C}$ .

Выполненная работа по своей актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Жемчужникова Д.А. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

**Заместитель Генерального  
конструктора КБ «Салют»**



**С.В. Кузнецов**

1.01.16

**Начальник отделения КБ «Салют»**

**Н.Г. Александров**

29.02.16

Организация: Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева» (ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»).

Почтовый адрес: 121087, г. Москва ул. Новозаводская д.18.

Тел.: 8(499)749-50-30.

E-mail: salut@khrunichev.com.