

## Отзыв

На автореферат диссертационной работы Акопяна Торгома Кароевича «Научные основы разработки высокопрочных и высокотехнологичных многокомпонентных алюминиевых сплавов, содержащих медь и кальций», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Диссертационная работа Акопяна Т.К. направлена на разработку новых высокопрочных и высокотехнологичных при литье и обработке давлением сплавов на основе системы Al-Cu за счет малых добавок легкоплавких элементов олова и индия, а также применения эвтектикообразующего элемента кальция для создания нового класса алюминиевых сплавов с естественной композитной структурой. Актуальность работы по данному направлению обусловлена развитием энерго- и ресурсосбережения, реализуемого в т.ч. путем замены тяжелых материалов более легкими алюминиевыми сплавами, не уступающими по эксплуатационным характеристикам. Достижение более высоких показателей механических свойств по сравнению с существующими промышленными аналогами достигается за счет управления структурой, фазовым составом и комплексом температурно-деформационных параметров. В работе применен комплексный подход, заключающийся в первоначальном анализе фазовых диаграмм для определения концентрационных диапазонов легирующих элементов, контроль микроструктуры и точности фазового состава на каждом этапе технологического цикла, реализуемый при помощи различных видов структурных исследований, в т.ч. с изучением тонкой структуры, и выявления закономерностей изменения механических и технологических свойств. В результате был получен и обоснован ряд композиций, превосходящих свои аналоги по параметрам прочности, и заложена научная база для дальнейшего развития на ее основе новых направлений алюминиевых сплавов.

В диссертационной работе Акопяна Т.К. содержится множество важных научных результатов, в т.ч. о роли малых добавок легкоплавких элементов олова и индия на эффективность упрочнения при старении, фазовых равновесиях в исследуемых системах Al-Cu-X (где X – Ca, La, Ni, Ni, Mn, Si, Zr, Sc, PЗМ), количественных параметрах фаз, особенностях микроструктуры и кристаллического строения интерметаллидов. Можно отметить, что был выявлен каталитический эффект и увеличение пикового упрочнения в сплавах на основе Al-Si-Cu и Al-Cu-Mn за счет влияния Sn и In. При этом, важное место занимает анализ микромеханизмов этого воздействия, заключающийся в образовании подложек для зарождения упрочняющих выделений фазы  $\theta'$ . Подобное легирование способствовало достижению высоких показателей механических свойств для литых и деформированных полуфабрикатов ( $\sigma_B \geq 400$  МПа и  $\geq 480$  МПа;  $\sigma_{0,2} \geq 325$  МПа и  $\geq 410$  МПа;  $\delta \geq 3\%$  и  $\geq 9,5\%$  соответственно). Изучение взаимного воздействия эвтектикообразующих элементов при конструировании сплавов с естественной композитной структурой в системе Al-Cu позволило определить границы фазовых областей, выявить новые особенности фазового взаимодействия и кристаллические соединения. Современными методами анализа были подробно изучены параметры строения новых соединений, их химический состав, плотность,



микрострвердость, КТР. По результатам работы были разработаны и получены патенты как на составы сплавов для литья и деформации, так и методы получения слитков и деформированных полуфабрикатов.

К достоинствам работы можно отнести качественное изложение материала, глубокий анализ полученных результатов, достоверность полученных результатов, подтвержденная публикациями в высокорейтинговых изданиях и отраженная в соответствующих патентах.

Однако стоит отметить несколько замечаний по содержанию работы:

1. В описании к рисунку 5.5., в частности к 5.5б и 5.5в, приводится только номер сплава, а не его точный состав. Из чего нельзя понять, к какому сплаву относится каждое изображение микроструктуры.

2. В подписи к рисунку 5.8а сообщается, что на нем изображены «Характерные кривые деформации горячекатаных листов толщиной 2 мм из экспериментальных сплавов и извлеченные данные по а)  $\sigma_b$ , б)  $\sigma_{0.2}$  и в) относительному удлинению (%)». На данном рисунке приведены только извлеченные данные из кривых деформации, а сами кривые деформации отсутствуют.

Представленные выше замечания носят исключительно рекомендательный характер и не снижают общую высокую оценку диссертационной работы Акопяна Т.К.

Диссертационная работа Акопяна Т.К. по своему теоретическому, научно-методическому и экспериментальному уровню, объему работы, актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям согласно Положению о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном Учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет (МИСИС)», а её автор Акопян Торгом Кароевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1. - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Песин Александр Моисеевич

Доктор технических наук

Ученое звание: Профессор

Должность: профессор кафедры технологий обработки материалов, заместитель заведующего лабораторией «Механика градиентных наноматериалов им. А.П. Жилыева»

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Почтовый адрес: 455000, Россия, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Тел.: +7 (3519) 06-30-56

E-mail: pesin@bk.ru

Согласен на обработку персональных данных



А.М. Песин

15.05.2025

