

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Акопяна Торгома Кароевича на тему:  
«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

Диссертационную работу Акопяна Т.К. можно отнести к научной школе профессора Белова Н.А., являющейся лидером в создании и исследовании современных алюминиевых сплавов, что подтверждается многочисленными публикациями и патентами. Она посвящена разработке новых высокотехнологичных алюминиевых сплавов, содержащих медь и кальций, на основе применения новых подходов к легированию, ведущих к существенному превосходству свойств новых сплавов по сравнению с традиционными аналогами. Ее актуальность и своевременность не вызывает сомнений, что подтверждается многочисленными проектами по тематике исследований, выполненные автором по различным грантам, в том числе грантам РНФ.

К наиболее важным результатам работы, характеризующимися научной новизной, теоретической и практической значимостью, можно отнести следующие:

- изучено влияние малой добавки олова и индия на фазовый состав, структуру и упрочнение литейных и деформируемых сплавов с Al-Cu матрицей и уточнены микромеханизмы данного явления;
- показано, что малая добавка олова или индия (в количестве не более ~0,1 масс.%) ингибирует процессы естественного старения закаленных сплавов и напротив катализируют процессы распада алюминиевого твердого раствора во время искусственного старения, делая его более интенсивным и полным как для литых, так и для деформируемых образцов, при этом пиковая твердость достигается за более короткое время старения и может превосходить пиковую твердость сплавов без малых добавок в зависимости от конкретной концентрации меди в растворе на десятки процентов;
- предложено строение ранее неизученной тройной системы Al-Ca-Cu в области алюминиевого угла, при этом показано, что алюминиевый твердый раствор (Al) может находиться в равновесии с четырьмя интерметаллидными фазами:  $(Al,Cu)_4Ca$ ,  $Al_{27}Ca_3Cu_7$ ,  $Al_8CaCu_4$  и  $Al_2Cu$ , из которых первые три описаны впервые;
- предложено строение ранее неизученной четверной системы Al-Ca-Cu-Si в области алюминиевого угла, при этом показано наличие в равновесии ранее неопisanного четверного соединения, идентифицированного как стехиометрическое соединение  $Al_2CaSiCu$  с тетрагональной структурой;
- определены параметры кристаллических решеток, химический состав, плотность, микротвердость и КТР изученных соединений;
- установлено, что для новых сплавов на базе системы Al-5%Cu-(0,8-1,4)%Ca-(1,4-1,6)%Si, полученных в виде отливок и деформированных полуфабрикатов, имеется высокая склонность к дисперсионному твердению, не уступающая классическим сплавам на базе систем Al-Cu и Al-Si-Cu, при этом показано, что для достижения заметного упрочнения при старении содержание кремния должно быть как минимум в 1,1-1,4 раза выше, чем кальция.

Материалы исследований в достаточной степени апробированы, изложены последовательно, а выводы логично вытекают из содержания работы.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания.

1. В автореферате не указаны области применения новых сплавов, поэтому неясно, стоит ли рассматривать новые кальцийсодержащие сплавы в качестве конкурентов сплавам, применяющимся в настоящее время, или это абсолютно новое направление в металлургии алюминиевых сплавов, которое ориентировано на новый рынок продукции.



2. Чем обусловлен выбор температур для проведения механических испытаний на сжатие 250 и 350 °С для новых кальцийсодержащих композиционных материалов на базе систем Al-Ca-La-Ni-Mn, полученных в виде отливок.

3. В выводе 9 автореферата указано, что автором проведены работы по получению деформируемых полуфабрикатов из алюмоматричного композиционного сплава Al4Ca1Fe0,6Si0,2Zr0,1Sc, полученного в виде слитка диаметром 150 мм на промышленном комплексе непрерывного литья, при этом не указано какие деформируемые полуфабрикаты получены, какими свойствами и преимуществами они обладают.

4. На наш взгляд, дискуссионным является вопрос о включении в автореферат списка используемой литературы, тем более что в нем уже имеются ссылки на указанные в списке публикации работы автора.

В целом, считаем что, судя по автореферату, диссертационная работа Акопяна Т.К. отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, согласно «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

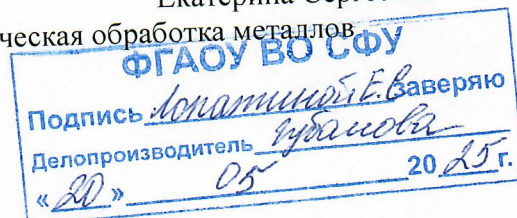
Выражаем согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени доктора технических наук Акопяна Торгома Кароевича и их дальнейшую обработку

Врио заведующего кафедрой «Металловедение и термическая обработка металлов имени В.С. Биронта»

Кандидат технических наук, доцент

Научная специальность 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов

Профессор кафедры «Обработка металлов давлением»  
Института цветных металлов  
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,  
Доктор технических наук, профессор,  
Заслуженный изобретатель Российской Федерации



Лопатина  
Екатерина Сергеевна

Научная специальность 05.16.05 Обработка металлов давлением

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Сибирский Федеральный Университет»  
660025, г. Красноярск, пр. им. Газеты «Красноярский рабочий», 95, ауд. 208,  
Тел.: +7 (391) 206-37-31, e-mail: sbs270359@yandex.ru

19 мая 2025 г.

