

## ОТЗЫВ

научного консультанта о диссертационной работе Т.К. Акопяна 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»

Акопян Торгом Кароевич, 1987 г.р., в 2010 г окончил с отличием НИТУ МИСиС с присвоением квалификации инженер по специальности «Металловедение и термическая обработка металлов». В 2014 г защитил кандидатскую диссертацию на тему «Физико-химическое исследование фазовых и структурных превращений в отливках высокопрочных алюминиевых сплавов (системы Al-Zn-Mg-Cu-Ni-Fe) в процессе горячего изостатического прессования» по специальности 05.16.01 – Metallovedeniye i termicheskaya obrabotka metallov i spлавov v Federal'nom gosudarstvennom byudzhетном учреждении науки Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук. С 2015 г работает в НИТУ МИСиС. В настоящее время занимает должность старшего научного сотрудника на кафедре обработки металлов давлением НИТУ МИСИС.

Акопян Т.К. принимал активное участие в выполнении крупных государственных проектов Государственного задания и Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы» в качестве ответственного исполнителя. Победитель конкурса на получение грантов Российского научного фонда по мероприятию «Проведение инициативных исследований молодыми учеными» Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными в 2018 г и по мероприятию «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными в 2020 и 2023 гг. В рамках грантов РФФ, а также других научно-исследовательских проектов, поддержанных в рамках Программы повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров и стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» МИСиС, под руководством Акопяна Т.К. были получены основные научно-технические результаты, изложенные в его диссертационной работе.

Акопян Т.К. имеет более 145 научных публикаций, из которых 110 входят в базу данных Scopus, 87 в базу Web of Science и 145 в РИНЦ. Индекс Хирша 19. Не менее 45 статей опубликованы в изданиях, входящих в топ Q1 (1-го квартиля) баз Scopus и WOS.

Акопян Т.К. также является рецензентом ряда международных научных журналов: Journal of Alloys and Compounds, JOM, Metals, Materials Letters, Metallurgical and Materials Transactions, Materials Today Communications, Journal of Materials Engineering and Performance и т.д. Результаты работ доложены и обсуждены на различных российских и международных конференциях.

За время работы Акопян Т.К. проявил себя как талантливый, высококвалифицированный исследователь и специалист с широким профессиональным кругозором. Диссертация Акопяна Т.К. посвящена созданию научных основ разработки высокопрочных и высокотехнологичных алюминиевых сплавов на базе новых систем легирования, обладающих повышенным уровнем и сочетанием свойств в сравнении с промышленными аналогами. Актуальность и перспективность данной тематики обусловлена ускоренным развитием современных технологий и образцов техники, предъявляющих особые требования к материалам и технологическим процессам их изготовления. В частности, тенденция к снижению массогабаритных характеристик современных образцов техники вынуждает все чаще рассматривать алюминиевые сплавы в качестве замены более тяжелым металлическим материалам: сталям, чугунам или бронзам и латуням. Однако марочные алюминиевые сплавы, разработанные в большинстве своем во второй половине 20 века, все менее удовлетворяют требованиям к уровню технологических и эксплуатационных свойств, что вынуждает исследователей во всем мире активно вести разработки в области новых алюминиевых материалов. При этом стоит подчеркнуть, что новые разработки должны удовлетворять все возрастающим требованиям к экологичности и себестоимости металлургического производства. В представленной диссертационной работе Акопяна Т.К. впервые обоснована возможность использования добавок легкоплавких металлов (Sn и In), а также эвтектикообразующего элемента кальция для повышения уровня механических и технологических свойств Al-Cu сплавов, широко используемых в промышленности для изготовления ДВС, авиационных газотурбинных компрессорных двигателей, а также в обшивке фюзеляжа, наружной обшивке двигателей, крыльев и т.д. Кроме того, обоснована возможность использования кальция в составе новых высокотехнологичных сплавов на основе принципиально новых систем легирования, не требующих проведения операции упрочняющей термической обработки, и допускающих высокое содержание примесных элементов. Разработка сплавов на основе новых систем легирования требует системных исследований для получения фундаментальных значений в области фазовых и структурных превращений в процессах кристаллизации, термической и/или термомеханической обработки сплавов, и их связи с комплексом свойств материала, что также нашло реализацию в работе Акопяна Т.К.

В работе Акопян Т.К. впервые обоснована возможность использования малых добавок Sn и In в составе литейных и деформируемых сплавов, предназначенных для промышленного применения. С использованием прецизионных методов анализа, включающих просвечивающую электронную микроскопию и атомно-зондовую томографию, установлены микромеханизмы влияния малых добавок легкоплавких элементов на эффект дисперсионного твердения сплавов с Al-Cu матрицей. Предложены новые высокопрочные литейные и деформируемые алюминиевые сплавы с повышенным уровнем механических свойств. В настоящее время это направление успешно развивается в АО «Завод алюминиевых сплавов». Произведено изучение строения новых систем легирования, включающих Al-Ca-Fe-Si, Al-Ca-La(-Mn), Al-Ca-Ni-La, Al-Ca-Mg, перспективных для разработки новых высокотехнологичных сплавов. Проведены работы по получению слитков и деформированных полуфабрикатов из новых Al-Ca сплавов с применением, в том числе, промышленного оборудования. В результате проведенных работ установлено, что не смотря на высокую долю интерметаллидных частиц эвтектического происхождения (более 15 масс.%), Al-Ca сплавы обладают высокой технологичностью как при получении отливок, так и деформированных полуфабрикатов с использованием различных методов ОМД. Выявлены наиболее благоприятные режимы получения деформированных полуфабрикатов, обеспечивающие достижение после термомеханической обработки сбалансированного сочетания механических свойств. Сплавы на основе системы легирования Al-Ca-Mg-Mn-Zr (без и с дополнительным легированием 0,2Sc) в состоянии после отжига на воздухе при температуре 400 °С в течение 3 часов на производственной базе опытного завода «Авиаль» в виде слитков были использованы для получения присадочной сварочной проволоки диаметром 2,0 мм, предназначенной для сварки плавлением. Изучено строение принципиально новых систем легирования Al-Cu-Ca(-Si), предназначенных для разработки термически упрочняемых литейных и деформируемых сплавов.

Достоверность полученных результатов обеспечена комплексным подходом при их получении, включающем совмещение и сопоставление данных, полученных как с использованием методов теоретического анализа, включающий термодинамическое моделирование фазовых равновесий, так и передовых аналитических экспериментальных методов, позволяющих проводить анализ структуры материалов вплоть до уровня атомного масштаба. Экспериментальные данные получены в результате проведения большого количества испытаний, с необходимым для получения достоверных данных количеством измерений. Полученные результаты подробно описаны в многочисленных научных

публикациях Акопяна Т.К., а также вошли в отчеты по проектам, представлены и обсуждены на российских и международных конференциях.

Акопян Т.К. успешно сочетает научную работу с преподавательской деятельностью. В течение двух лет он работает в должности доцента в Московском Политехе, читая ряд курсов бакалаврам, включая «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» и «Методы определения свойств материалов». Также Акопян Т.К. является научным руководителем аспирантов. В 2023 г под его руководством Нгуеном С.З. произведена защита кандидатской диссертации на тему «Разработка и исследование технологических режимов радиально-сдвиговой прокатки прутков диаметром менее 18 мм алюминиевых кальцийсодержащих сплавов и сплава 01570 с высоким уровнем механических свойств» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением.

Результаты диссертационной работы опубликованы в более 100 статей в изданиях из перечня ВАК РФ, в их числе 100/74/90 статей в рецензируемых изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus/Web of Science/РИНЦ (из них не менее 40 статей опубликованы в изданиях, входящих в топ Q1 (1-го квартиля) баз Scopus и WoS). Также, получено 6 патентов и поданы 2 заявки на регистрацию новых разработок.

Считаю, что диссертация Акопяна Т.К. является законченным научным исследованием, содержит несомненную научную новизну, имеет практическую значимость и соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Научный консультант:



д.т.н., проф. Белов Н.А.  
главный научный сотрудник  
кафедры обработки металлов  
давлением НИТУ МИСИС

13.05.2024

