

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ГОУ «ХГУ имени

академика Бободжона Гафурова».

к.и.н., доцент

Набизода Мирзотохир Сайфиддин



«29» мая 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Рахматуллоевой Гулнозы Мухриевны на тему: «Влияние щелочных металлов на физико-механические и химические свойства алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технических наук)

Актуальность темы диссертации

Алюминий по электропроводности среди металлов занимает четвертое место после золота, серебра и меди. Электропроводность отожженного алюминия составляет приблизительно 62% электропроводности отожженной стандартной меди, но благодаря малому удельному весу алюминий имеет проводимость на единицу массы в 2 раза большую, чем медь. Именно это дает основание об экономической выгодности применения алюминия в качестве материала для проводников. При равной проводимости (на одной и той же длине) алюминиевый проводник имеет площадь поперечного сечения на 60% большую, чем медный, а масса его составляет только 48% массы меди. Однако вышеперечисленные традиционные подходы не позволяют, сохранив приемлемый уровень электропроводности, одновременно значительно повысить прочность алюминиевых проводников, приблизив ее к уровню медных материалов, а также увеличить температуру эксплуатации.

Материалы электротехнического назначения должны сочетать высокую электропроводность, прочность, износостойкость, коррозионную стойкость,

сохраняющиеся при повышенных температурах. Поскольку, начальная температура рекристаллизации нелегированного алюминия ниже 250°C, то электротехнический алюминий типа А5Е, А7Е не отвечает требованиям потребителей по механическим свойствам. Реализуемая на рынках электротехническая катанка из сплава марки АВЕ, легированного небольшими добавками кремния и магния, имеет повышенные прочностные характеристики, но недостаточную электропроводность.

Из-за низкой механической прочности в ряде случаев в электротехнике использование в качестве проводника алюминия затруднено или просто невозможно. Легирование алюминия другими металлами можно повысить его механическую прочность. В этом ряду особое место отводится сплавам алюминия с различными добавками. Провода, созданные, из алюминия марки А5Е и А7Е не удовлетворяют данным требованиям, поскольку они сильно разупрочняются даже после кратковременных нагревов до 100 °С. Для решения данной проблемы наиболее перспективным является создание проводов, изготовленных из низколегированного алюминиевого сплава с добавкой титана. Так как данный элемент значительно повышает термостойкость алюминия, другими словами, повышает температуру рекристаллизации.

В литературе отмечается ряд проблем, связанных с применением алюминиевых проводниковых сплавов. Из этих сплавов изготавливают тонкие провода, в том числе спиральные, и другие изделия, так как эти сплавы обладают низкой прочностью и малым количеством изгибов, в результате чего они могут легко деформироваться.

Основное содержание работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав и приложений и представлена на 152 страницах компьютерного сборника, включающего 61 рисунок, 46 таблиц, 153 источников литературы.

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы цель и задачи исследования, изложена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены защищаемые положения.

В первой главе представлен аналитический обзор литературы по теме исследования. Описаны использование алюминия и его сплавов в

электротехнике; теплоёмкость алюминия, титана и щелочных металлов; особенности окисления алюминия и его сплавов с щелочными металлами; коррозионно-электрохимическое поведение сплавов алюминия с титаном. Однако в литературе отсутствует информация о термодинамических, кинетических и анодных характеристиках алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием.

Во второй главе представлены материалы и методики исследования физико-механических и химических свойств сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием. В частности, описан метод металлографии для проведения микроструктурного анализа сплавов; метод Бринелля для определения твёрдости металлов; метод исследования теплоёмкости сплавов в режиме «охлаждения» с использованием автоматической регистрации температуры образца от времени охлаждения; метод термогравиметрии для изучения кинетики процесса окисления металлов и сплавов; рентгенофазовый анализ продуктов окислений сплавов и потенциостатический метод для изучения анодных свойств сплавов.

Третья глава диссертации представляет результаты исследования механических свойств, температурной зависимости теплоёмкости и изменении термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием.

Четвертая глава диссертации посвящён экспериментальному исследованию кинетики окисления алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием.

В пятой главе диссертации представлены результаты потенциостатического исследования алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием в среде раствора NaCl.

Диссертация завершается общими выводами, списком использованной литературы и приложениями.

В заключение изложены основные выводы по результатам научной работы, свидетельствующие о решении исследовательских задач перед соискателем. Окончательные выводы диссертации, в целом, верны и соответствуют полученным результатам и их анализу.

Научная новизна исследований

Методом металлографии показано, что добавки лития, натрия и калия, особенно от 0,01 до 0,5 мас. % значительно измельчают структурные составляющие алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1;

Стандартными методами измерения (метод Бринелля) твёрдости металлов показано, что добавка до 0,5 мас. % щелочных металлов (Li, Na, K) увеличивают твёрдость и прочность сплава AlTi0.1;

В режиме «охлаждения» по известной теплоемкости эталонного образца из алюминия марки А5N установлена теплоемкость алюминиевого проводникового сплава AlTi0,1 с щелочными металлами. В результате математической обработки получены полиномы, описывающие температурную зависимость теплоемкости и изменений термодинамических функций вышеуказанных сплавов в интервале температур 300-800К. С помощью полученных зависимостей показано, что с ростом содержания Li, Na и K теплоемкость сплавов увеличивается, а значение энергии Гиббса уменьшается. Изменение теплоемкости сплава AlTi0,1 от содержания Li, Na и K объясняется ростом степени гетерогенности структуры сплавов при их модифицировании указанными металлами. Рост изменений термодинамических функций сплавов от температуры связан с увеличением энергии колебаний кристаллической решетки сплава AlTi0,1 с Li, Na и K;

Методом термогравиметрии показано, что с ростом температуры и содержаниями лития, натрия и калия в алюминиевом проводниковом сплаве AlTi0.1 скорость его окисления незначительно увеличивается. Установлены закономерности изменения кинетических характеристик процесса окисления сплавов, в твёрдом состоянии, в воздушной среде;

Методом рентгенофазового анализа определено, что при окислении исследованных сплавов образуются простые оксиды и оксиды типа шпинелей: Al_2O_3 , Ti_3O_5 , TiO_2 , $Li_{2.03}Ti_{3.43}O_8$, $Na_2Al_{22}O_{34}$, $Al_{21.86}K_{2.59}O_{34}$. Установлена роль модифицирующих элементов в формировании фазового состава продуктов окисления и механизма процесса окисления сплавов;

Потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развертки потенциала 2 мВ/с показано, что добавка щелочного металла (Li,Na,K) в сплав AlTi0.1 способствует смещению потенциалов свободной коррозии, питтингообразования и репассивации в положительную

область значений, а скорость коррозии при введении 0,01–0,50 мас.% Li, Na и K снижается на 10–20 %. С ростом концентрации хлорид-иона в электролите NaCl отмечен рост скорости коррозии сплавов и смещение электрохимических потенциалов в область отрицательных значений.

Практическая значимость работы

Установлены оптимальные концентрации лития, натрия и калия в алюминиевом проводниковом сплаве AlTi0.1. Разработаны составы новых материалов, которые защищены малым патентом Республики Таджикистан ТД № 1443. Результаты работы могут быть использованы в радиоэлектронике, вычислительной технике, электротехнике, в бытовой технике при разработке методов и технологий получения новых сплавов.

Публикация результатов диссертации

По результатам исследований опубликовано 19 научных работ, из них 9 в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и образования Российской Федерации, 10 в материалах конференции. Получен один малый патент Республики Таджикистан ТД № 1443 и на основе этого патента автором получен акт опытно-промышленного испытания сплавов в ГУП «Коргохи машинасози».

Рекомендации по практическому использованию результатов работы:

Разработанные новые проводниковые алюминиевые сплавы с титаном и щелочными металлами рекомендуются для использования предприятиям электротехнической промышленности РФ и РТ качестве материала для оболочек силовых кабелей и проводниковое тока. Сплавы прошли опытные испытания на предприятии «Машиностроительный комбинат» (г. Душанбе).

По результатам анализа диссертации выявлена следующие замечания и пожелания:

1. В диссертации не изучались проводниковые свойства сплавов, хотя сплавы являются проводниковым и в основном используются для электротехники.

2. Кинетика окисления образцов изучалась только в твёрдом состоянии. Почему не проводилась исследования сплавов в жидком состоянии?

3. В диссертационной работе соискатель исследовал коррозионно-электрохимическое поведение полученных сплавов только в нейтральной среде. Чтобы понять все свойства сплавов, было бы неплохо изучить их в кислой и щелочной средах.

4. В тексте диссертации замечены некоторые грамматические и технические ошибки (например, страницы 34; 77; 93; 128 и др.).

Следует отметить, что данные замечания не умаляют достаточно высокий уровень диссертационной работы.

Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы и не которые из них имеют рекомендательного характера и являются напутствием на дальнейшее исследование в данном направлении.

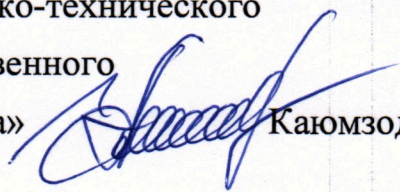
Заключение


Диссертация Рахматулловой Гулнозы Мухриевны на тему: **«Влияние щелочных металлов на физико-механические и химические свойства алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1»** является завершённой научно-исследовательской работой. На основе проведенных соискателем экспериментальных исследований решена важная научная проблема в области материаловедения, связанная с повышением характеристик проводникового сплава на основе алюминиевого сплава AlTi0.1 легированием литием, натрием и калием. В работе решена важная задача, установлена температурная зависимость термодинамических, кинетических и анодных свойств алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1, легированного литием, натрием и калием. Эти результаты могут быть использованы для нужд отраслей электротехнической промышленности.

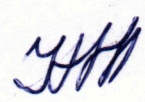
Таким образом, диссертационная работа Рахматулловой Гулнозы Мухриевны на тему: **«Влияние щелочных металлов на физико-механические и химические свойства алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1»** по актуальности, объёму, содержанию, научной новизне, практической значимости и апробации полученных данных полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного ВАК Министерство науки и высшего образования

Российской Федерации, а её автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Отзыв обсужден и подтвержден на расширенном заседании кафедры «Общая физика и твёрдых тел» ГОУ «Худжандского государственного университета имени акад. Б. Гафурова», протокол № 10 от «25» мая 2026 года.

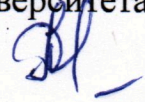
Председатель, к.ф.-м.н., доцент, декан физико-технического факультета ГОУ «Худжандского государственного университета имени академика Б. Гафурова»  Каюмзода А.К.

Эксперт, д.ф.-м.н., профессор кафедры «Общая физика и твёрдого тела» ГОУ «Худжандского государственного университета имени академика Б. Гафурова»  Умаров М.Ф.

Учёный секретарь: к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой «Общая физика и твёрдых тел» ГОУ «Худжандского государственного университета имени академика Б. Гафурова»  Умарзода Н.Н.

Адрес: Республика Таджикистан,
735700, г. Худжанд, проезд Мавлонбекова 1.
Тел.: (+992-3422) 6-52-73,
E-mail: rektor@hgu.tj, web: www.hgu.tj

Подлинность подписей к.ф.-м.н., доцента А.К. Каюмзода, д.ф.-м.н., профессора М.Ф. Умарова и к.ф.-м.н., доцента Н.Н. Умарова *заверяю*:

Начальник КД и ОД
ГОУ «Худжандского государственного университета имени академика Б. Гафурова»  Сайдуллозода З.С.

