

Отзыв

официального оппонента 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 учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 - Материаловедение (технические науки).

Оценка актуальности темы диссертационного исследования.

Алюминий широко используется в производстве различных электронных и электротехнических компонентов. Например, алюминиевая фольга применяется в электролитических конденсаторах, которые широко используются в радиоэлектронике, источниках питания, системах управления и других электронных устройствах. Благодаря высокой технологичности алюминия можно получать очень тонкую фольгу, что позволяет создавать конденсаторы с высокой ёмкостью.

Кроме того, алюминий и его сплавы используются для изготовления корпусов электротехнического оборудования, радиаторов и элементов охлаждения. Высокая теплопроводность алюминия способствует эффективному отводу тепла от электронных компонентов и силовых устройств. Это повышает надёжность и срок службы электрических и электронных систем.

В последние годы большое внимание уделяется разработке новых алюминиевых сплавов для электротехнической промышленности. Такие сплавы обладают улучшенными электрическими, механическими и коррозионными свойствами. Они применяются при производстве современных проводниковых материалов, которые используются в энергетике, транспорте, промышленности и других областях.

Таким образом, алюминий и его сплавы играют важную роль в развитии электротехники и электроэнергетики. Благодаря своим уникальным свойствам они широко применяются при производстве проводов, кабелей, шин, электрических машин, трансформаторов и различных электронных компонентов. Развитие технологий обработки алюминия и создание новых сплавов открывают широкие перспективы для дальнейшего расширения области его применения в электротехнической промышленности.

Объем и структура исследования. Диссертация состоит из введения, пять глав и приложения, представлена на 152 страницах компьютерного набора, содержит 61 рисунок, 46 таблиц, 153 источника литературы.

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 и щелочными металлами. 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 «охлаждения» для исследования теплоёмкости сплавов с использованием автоматической регистрации температуры образца от времени охлаждения; метод термогравиметрии для изучения кинетики процесса окисления сплавов; рентгенофазовый анализ продуктов окисления сплавов и потенциостатический метод для изучения анодных свойств сплавов.

Третья глава диссертации представляет результаты исследования механических свойств, температурную зависимость, изменения теплоёмкости и термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием.

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

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

Методы исследования и использованная аппаратура:

- метод металлографии для проведения микроструктурного анализа сплавов (микроскоп KPL 3230-2K);
- метод Бринелля для определения твёрдости металлов (твёрдомер HBRV-187.5D);
- метод исследования теплоёмкости сплавов в режиме «охлаждения» с использованием автоматической регистрации температуры образца от времени охлаждения;
- метод измерения удельной электропроводимости при комнатной температуре (ВЭ-27НЦ);
- метод термогравиметрии для изучения кинетики окисления сплавов;
- рентгенофазовый анализ продуктов окисления сплавов (ДРОН-3);
- потенциостатический метод для изучения анодных свойств сплавов (потенциостат ПИ 50-1.1).

Научная новизна и практическая значимость работы.

• методами металлографического анализа установлено, что введение добавок лития, натрия и калия в концентрационном диапазоне 0,01–0,5 мас.% приводит к измельчению структурных составляющих алюминиевого проводникового сплава AlTi0,1.

• методом Бринелля определена твёрдость сплавов и установлено, что введение до 0,5 мас.% щелочных металлов (Li, Na, K) способствует повышению твёрдости и прочности исходного сплава AlTi0,1.

- в режиме «охлаждения» по известной теплоемкости эталонного образца из алюминия марки А5N установлена теплоемкость алюминиевого проводникового сплава AlTi_{0,1} 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;

- методом термогравиметрии показано, что с ростом температуры и содержания лития, натрия и калия в алюминиевом проводниковом сплаве AlTi_{0,1} 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 механизме 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 AlTi_{0,1} способствует смещению потенциалов свободной коррозии, питтингообразования и репассивации в положительную область значений, а скорость коррозии при введении 0,01–0,5 мас.% Li, Na и K снижается на 10–20 %. В зависимости от концентрации хлорид-иона в электролите NaCl отмечены рост скорости коррозии сплавов и смещение электрохимических потенциалов в область отрицательных значений.

Практическая значимость работы заключается в том, что проведённые экспериментальные исследования помогли выявить оптимальные концентрации ЦМ в алюминиевом проводниковом сплаве AlTi_{0,1}, на основе чего были разработаны составы сплавов, отличающиеся анодной устойчивостью. Результаты работы могут быть использованы в радиоэлектронике, вычислительной технике, электротехнике, в бытовой технике, при разработке методов и технологий получения окрашенных анодных оксидных плёнок с заданными функциональными свойствами на алюминии и его сплавах.

Разработаны составы новых сплавов, которые защищены малым патентом Республики Таджикистан ТД № 1443.

Основные положения, выносимые на защиту:

результаты микроструктурного анализа и исследования механических свойств алюминиевого проводникового сплава AlTi_{0,1} с литием, натрием и калием;

- результаты исследования температурных зависимостей теплоёмкости и изменений термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием;
- закономерности изменения кинетических параметров процесса окисления алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием;
- результаты исследования продуктов окисления сплавов, и определены их роль в процессе окисления и механизме окисления сплавов в твёрдом состоянии;
- зависимости анодных характеристик и скорости коррозии алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с литием, натрием и калием в среде электролита NaCl;
- установленные оптимальные концентрации лития, натрия и калия как модифицирующего компонента, улучшающие коррозионную стойкость алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1.

Личный вклад автора заключается в анализе литературных данных, в постановке и решении задач исследований, проведении экспериментальных исследований в лабораторных условиях, анализе полученных результатов, в формулировке основных положений и выводов диссертации.

По результатам исследований опубликовано 19 научных работ, из них 9 в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 10 в материалах конференций. Получен 1 малый патент Республики Таджикистан ТД № 1443 и на основе этого патента автором получен акт опытно-промышленного испытания сплавов в ГУП «Коргоҳи мошинасози».

Соответствие автореферата содержанию диссертации.

В автореферате диссертации изложены основные положения и выводы, показан вклад автора в проведённом исследовании, степень новизны и практическая значимость результатов исследования, обсуждены полученные научные результаты. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы. Диссертационная работа отвечает пунктам п. I; п.2; п.3; п.6; п.10; п.16 паспорта специальности 2.6.17-Материаловедение (технические науки).

По диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Продукты окисления сплавов исследованы лишь РФА методом, что является недостаточными.

2. Качество микроструктуры сплавов не позволяет расшифровать их фазовый состав.

3. В первой главе диссертации (п. 1.2) представленный обзор литературы является недостаточно полным, учитывая значительный объём имеющихся публикаций, посвящённых теоретическим аспектам и методам исследования теплоёмкости алюминиевых сплавов.

4. Анализ результатов электрохимических исследований свидетельствует о том, что введение лития, натрия и калия способствует снижению скорости коррозии примерно на 20 %. Вместе с тем в работе не представлены

обоснования и детальное объяснение причин снижения коррозионной активности алюминиевого проводникового сплава AlTi0,1 при легировании щелочными металлами.

5. В работе используется множество сокращений, в связи с этим необходимо было привести список аббревиатур и сокращений.

6. В работе имеются технические ошибки, опечатки и отдельные неточности, касающиеся перевода иностранных фамилий (Например, стр.12; 23; 44; 57;87; и т.д.).

Отмеченные недостатки не умаляют научную и практическую ценность полученных результатов и не снижают актуальность диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Рахматуллоевой Гулнозы Мухриевны является законченной научно-квалификационной работой. На основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области материаловедения. Большой экспериментальный и расчётный материал, новизна научных положений и выводы, представленные в работе, дают основание считать, что диссертационная работа Рахматуллоевой Гулнозы Мухриевны на тему: «Влияние щелочных металлов на физико-механические и химические свойства алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1», соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор достоин присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17-Материаловедение (технические науки).

Официальный оппонент,

Главный специалист отдела науки,
инноваций, международных связей и
издательской деятельности филиала

Московского государственного университета

имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе,

доктор технических наук, доцент



Т.М. Умарова

Адрес: 734003, г. Душанбе, ул. Бохтар*35/1.

Телефон: (+992 37) 221 99 04; (+992) 975 84 55 99,

E-mail: nauka@msu.tj

Подпись д.т.н., доцента Умаровой Т.М.

Начальник ОКП и СР

01.06.2026г.



С.М. Пирназар