

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Алиева Фирдавса Алиевича** на тему: «Свойства алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей») с элементами подгруппы галлия», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.02.01 – Материаловедение (в электротехнике) и 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Актуальность избранной темы диссертации

Электротехническая промышленность – это крупнейший потребитель алюминия. Мировая доля ее потребления составляет 18% от общего количество алюминия. Наиболее широко алюминий используют в кабельной промышленности, на которую в настоящее время приходится около 90% всего алюминия, потребляемого в электротехнике.

Одним из проводниковых алюминиевых сплавов является сплав E-AlMgSi («алдрей»), который относится к термоупрочняемым сплавам. Он отличается высокой прочностью и хорошей пластичностью. Данный сплав при соответствующей термической обработке приобретает высокую электропроводность. Изготовленные из него провода используются почти исключительно для воздушных линий электропередач.

В связи с тем, что линии электропередач из алюминия и его сплавов эксплуатируются в открытой атмосфере, вопросы повышения коррозионной стойкости сплавов являются **актуальным**.

Общие принципы построения и структура работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и приложения, изложена на 154 страницах компьютерного набора, включает 78 рисунков, 49 таблиц, 86 библиографических наименований и приложения.

Во введении изложены предпосылки и основные проблемы исследования, обоснована актуальность работы.

В первой главе описано структурообразование алюминиевых сплавов с галлием, индием и таллием; теплоемкость алюминия, магния, кремния галлия, индия и таллия; особенности окисления и коррозионно-электрохимического поведения сплавов алюминия с галлием и индием в различных средах. На основе выполненного обзора показано, что теплоемкость алюминия, магния, кремния галлия, индия и таллия хорошо изучены. Имеются сведения о влиянии температуры и чистоты металлов на их тепловые и теплофизические свойства. Однако в литературе отсутствует информация о теплоемкости и термодинамических свойствах, коррозионно-электрохимическом поведении и особенностях окисления алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с галлием, индием и таллием.

Таким образом, в связи с отсутствием систематических данных о физико-химических свойствах алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с галлием, индием и таллием последние были взяты в качестве объекта исследования в рецензируемой диссертационной работе.

Во второй главе автор приводит результаты исследования температурной зависимости теплоёмкости и изменений термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с галлием, индием и таллием.

Третья глава диссертации посвящена экспериментальному исследованию кинетики окисления алюминиевого сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с галлием, индием и таллием.

В четвертой главе диссертантом представлены результаты потенциостатического исследования алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi (“алдрей”) с галлием, индием и таллием, в среде электролита NaCl.

Анализ содержания работы позволяет заключить, что диссертационная работа Алиева Ф.А. является завершённым научным исследованием. Результаты работы доложены и обсуждены на многочисленных научных конференциях различного уровня.

Степень обоснованности и достоверности основных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Выводы и приложения, сформулированные соискателем, обоснованы полученными результатами проведенных комплекса систематических экспериментальных исследований.

Экспериментальные исследования выполнены с помощью известных научных оборудований: импульсной потенциостат ПИ-50-1.1; термогравиметрических весов; прибора для измерения теплоемкости твердых тела в режиме «охлаждения», металлографического микроскопа (БИОМЕД-2). Математическая обработка результатов проводилась с использованием стандартного пакета приложений и программ Microsoft Excel и Sigma Plot.

Научная новизна работы заключается в том, что диссертантом впервые установлена зависимость изменений термодинамических характеристик (энтальпия, энтропия и энергия Гиббса) и теплоемкости от изменения температуры и содержания легирующих элементов галлия, индия и таллия. Выявлены зависимости теплоемкости и температуры и определено, что с увеличением температурного режима теплоемкость проводникового алюминиевого сплава E-AlMgSi («алдрей») с галлием, индием и таллием увеличивается, а энергия Гиббса сплавов уменьшается. С уменьшением доли галлия, индия и таллия в сплаве E-AlMgSi («алдрей») энтальпия и энтропия сплавов увеличивается, а энергия Гиббса снижается.

Все полученные в ходе экспериментальных исследований результаты имеют как теоретическое, так и практическое применение, о чем соискатель подробно изложил в своей работе.

Практическая значимость исследования.

1. На основании проведенных физико-химических исследований научно обоснованы границы легирования алюминиевого сплава E-AlMgSi («алдрей») элементами подгруппы галлия. В частности, было показано, что оптимальное количество элементов подгруппы галлия в алюминиевом сплаве

E-AlMgSi («алдрей») соответствует концентрации 0,05–1,0% по массе. Сплавы с галлиевым покрытием имеют самый низкий показатель коррозии.

2. Разработанные сплавы и способы их получения рекомендуется для использования предприятиям промышленности подведомственные Министерству промышленности и новых технологий Республики Таджикистан.

3. Опытные партии новых сплавов могут производиться на базе Государственного научного учреждения «Центр исследования инновационных технологий» при Национальной академии наук Таджикистана с целью поставки заинтересованным предприятиям и ведомствам.

Диссертантом на основе проведенных исследований разработаны составы новых сплавов, которые защищены малыми патентами Республики Таджикистан №Tj1058 от 14.02.2020г., №Tj 1059 от 25.07.2019г. и №Tj 1099 от 12.03.2020г., которые прошли опытно-промышленное испытание в ООО «Нокили ТалКо» (акт от 15.06.2020г.). Экономическая эффективность от использования 1000 тн разработанного сплава при утонщении сечении проводов на 10% составляет 200 000\$ США.

Результаты исследования опубликованы в 8 работах, из них 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан и 5 статей в материалах конференций, получен 3 малых патента Республики Таджикистан.

Диссертационная работа Алиева Ф.А. выполнена на грани специальностей 05.02.01 – Материаловедение (в электротехнике) и 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии и соответствует их **паспорту специальности:** по специальности 05.02.01 - Материаловедение (в электротехнике) (технические науки) по следующим пунктам;

п.1 - Теоритические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических

и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надёжности и долговечности материалов и изделий (в режиме «охлаждения» исследована температурная зависимость теплоемкости алюминиевого проводникового сплава $E-AlMgSi$ (“алдрей”), легированного галлием, индием и таллием. Показано, что с ростом легирующего компонента теплоёмкость сплавов уменьшается, от температуры растёт. При переходе от сплавов с галлием к сплавам с таллием величина теплоемкость уменьшается).

п.2 - Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах (исследованиями температурных зависимостей изменений термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава $E-AlMgSi$ (“алдрей”), легированного галлием, индием и таллием показано, что при переходе от сплавов с галлием к сплавам с таллием величины энтальпии и энтропии уменьшаются. С ростом температуры энтальпия и энтропия сплавов растут, значение энергии Гиббса уменьшается. Изменение теплоемкости и термодинамических функций сплавов объясняется ростом гетерогенности структуры сплавов при их легировании).

п.10 – Разработка способов повышения коррозионной стойкости материалов (потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки потенциала 2 мВ/с исследовано анодное поведение алюминиевого проводникового сплава

$E-AlMgSi$ (“алдрей”), легированного галлием, индием и таллием. Показано, что добавки легирующего компонента в количествах от 0.05 до 1.0 мас.%, на 30-40% повышают коррозионную стойкость сплавов алюминия в нейтральной среде электролита $NaCl$. Показано, что добавки галлия, индия и таллия к сплаву $E-AlMgSi$ (“алдрей”) повышают значение электрохимических потенциалов, в среде электролита $NaCl$. При этом отмечено, что с ростом концентрации хлорид-иона в электролите значение потенциалов уменьшаются и скорость коррозии сплавов растут)

электрохимических процессов и защита от коррозии (технические науки) по следующим пунктам;

п.1 – Теоритические основы электрохимических и химических процессов (методом термогравиметрии исследована кинетика окисления алюминиевого проводникового сплава $E-AlMgSi$ (“алдрей”), легированного галлием, индием и таллием. Установлено, что окисление сплавов подчиняется гиперболическому закону с истинной скоростью окисления порядка 10^{-4} кг·м⁻²·сек⁻¹; выявлено, что самые минимальные значения скорости окисления имеет сплав $E-AlMgSi$ (“алдрей”) с галлием, а максимальные – относятся к сплавам с таллием. Среди легирующих элементов наибольшее значение кажущейся энергии активации характерно для сплавов с таллием).

п.2 – Электрохимические, химические и физические и комбинированные методы защиты конструкционных материалов от коррозии (установлены общие закономерности изменения коррозионно-электрохимических характеристик и микроструктуры алюминиевого проводникового сплава $E-AlMgSi$ (“алдрей”), легированного элементами подгруппы галлия. Определено, что потенциал коррозии исходного сплава $E-AlMgSi$ («алдрей») сдвигается в область положительных значений, а потенциал питтингообразования и потенциал репассивации – сдвигаются в область отрицательных значений. При переходе от сплавов с галлием к сплавам с индием и таллием наблюдается уменьшение скорости коррозии сплавов (для сплавов с 1,0 мас% добавки).

п.4 – Электрохимические, химические и физические и комбинированные методы обработки поверхности материалов (на основании проведенных физико-химических исследований научно обоснованы границы легирования алюминиевого сплава $E-AlMgSi$ («алдрей») элементами подгруппы галлия. В частности, было показано, что оптимальное количество элементов подгруппы галлия в сплаве $E-AlMgSi$ («алдрей») соответствует

концентрации 0,05–1,0% по массе. Сплавы с галлием имеют самый низкий показатель коррозии).

Замечания по диссертационной работе

В качестве замечаний хочу, отметить следующие:

1. В работе слабо раскрываются причины уменьшения или роста термодинамических функций сплавов.

2. Анодное поведение сплавов во многом определяется присутствием в электролите растворённого кислорода воздуха. Неясно, уделял ли автор этому фактору внимание.

3. Представление результаты исследования термодинамических функции сплавов следовало бы привести в виде их изменений.

4. В тексте автореферата и диссертации встречаются технические и орфографические ошибки (стр. 22, стр. 34, стр.38, стр. 83, стр. 124 и т.д.).

Подводя итог анализу представленной диссертации, считаю необходимым отметить, что указанные замечания не снижают достоинств работы и ее общей положительной оценки; большая часть этих замечаний носит дискуссионный характер. Автором проделана большая и очень трудоемкая работа, получен большой фактический материал по теплофизическим, термодинамическим, кинетическим, анодным и коррозионным характеристикам изучаемых сплавов, их устойчивости на воздухе и в растворах электролита.

Заключение

Диссертационная работа Алиева Фирдавса Алиевича на тему: «Свойства алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей») с элементами подгруппами галлия» является завершённым научным исследованием, выполнена на высоком научном уровне и по актуальности, объёму выполненных исследований, и практической значимости соответствует требованиям ВАК при Президента Республики Таджикистан, а

её автор достоин присуждению ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.02.01 – Материаловедение (в электротехнике) и 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Официальный оппонент,

доктор химических наук,

заведующий кафедрой «Органической

и биологической химии» Бохтарского

государственного университета им. Н. Хусрава

Гафуров Б.А.

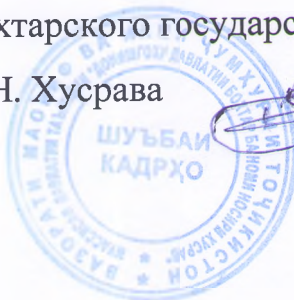
Адрес: 735140, Хатлонская область, г. Бохтар, ул. Дружба народов №22а,
кв. 7. Бохтарский государственный университет им. Н. Хусрава

Телефон: (+992) 907-43-72-72,

E-mail: gafurov.bobomurod.64@mail.ru

Подпись д.х.н. Гафурова Б.А. *заверяю:*

Начальник ОК Бохтарского государственного
университета им. Н. Хусрава



Шукурзод Ч.А.