

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор филиала
НИТУ «МИСИС» в г. Душанбе
д.т.н., профессор

М.Б. Каримов



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Ниёзова Хамзакула Хамрокуловича «Физико-химические свойства сплавов особо чистого алюминия марок АК1 и АК1М2 с редкоземельными металлами», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01-Материаловедение (в машиностроении)

Актуальность темы диссертации. Сплавы на основе высокочистого алюминия, познание их природы и знание их структуры и свойств позволяют резко изменить в лучшую сторону эксплуатационную характеристику приборов, а также служат источником для расширения сферы применения высокочистого алюминия в других областях науки и техники, а порой раскрывают у них новые свойства. В этом плане работа, связанная с использованием новых высокочистых алюминиевых сплавов, является актуальной и своевременной.

Исследованиями установлено, что легирование сплавов алюминий-кремний (АК1) и алюминий-кремний-медь (АК1М2) приводит к получению сплавов с рядом уникальных физико-химических свойств. Оптимизация свойств и состава высокочистых алюминиевых сплавов проводилась с учётом исследования их физико-химических свойств, таких, как теплоёмкость, термодинамические функции (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса) сплавов, определение кинетических и энергетических характеристик процесса окисления, установление анодного поведения сплавов в агрессивных средах.

Диссертационная работа Ниёзова Хамзакула Хамрокуловича посвящена разработке физико-химических основ синтеза новых составов алюминиево-кремниево-медных сплавов на основе особо чистого алюминия марки А5N чистотой 99.999%, легированных редкоземельными металлами для использования в микроэлектронике в качестве мишеней при напылении токопроводящих дорожек в интегральных микросхемах.

Структура и содержание диссертации

Диссертация представляет собой рукопись, объемом 141 страниц, состоит из введения, 4 глав, включающих обзор литературы, экспериментальную часть, результаты исследований и их обсуждение, выводы. Работа иллюстрирована 33 рисунками и 64 таблицами. Список использованной литературы включает 92 наименования.

Во введении обоснована актуальность и проблемы исследования, сформулированы цель и основные задачи работы, отражена научная новизна и практическая значимость работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации посвящена описанию теплоемкости сплавов алюминия с кремнием и редкоземельными металлами, приведен анализ литературных данных по структуре и свойствам сплавов систем Al-Si, Al-PЗМ, Al-Si-PЗМ, а также по высокотемпературному окислению алюминия и его сплавов с кремнием.

На основе анализа литературы диссертантом сделан вывод, что наиболее важными и ближайшими задачами научного исследования сплавов с редкоземельными металлами, должны быть следующие:

1) всестороннее исследование свойств чистых РЗМ, а также скандия и иттрия (механических, электрических, оптических, магнитных, ядерных и др.) при низких и высоких температурах, при обычных и высоких давлениях с целью изыскания новых областей их применения в технике;

2) исследование кристаллической структуры, построение диаграмм состояния и диаграмм состав-свойство сплавов алюминия с РЗМ и с другими

металлами с целью нахождения металлических соединений с особыми физико-химическими свойствами;

3) изучение строения и физико-химических свойств сплавов алюминия с РЗМ и другими металлами и выяснение механизма отдельного влияния легирующих добавок РЗМ и их смесей на структуру и свойства (особенно на пластичность, жаропрочность, жаростойкость и технологичность) сплавов на основе алюминия, магния, меди, железа, никеля, марганца, титана, хрома, молибдена, ванадия, ниобия и вольфрама. Разработка оптимальных составов сплавов и лигатур, технологии их изготовления и термомеханической обработки;

4) изыскание сплавов алюминия с РЗМ с особыми физическими свойствами: электрическими, магнитными, оптическими, эмиссионными, ядерными. В связи с этим должны быть подробно исследованы физические свойства сплавов с РЗМ;

5) выявление и обоснование экономического эффекта применения сплавов особо чистого алюминия с РЗМ в промышленности.

В связи с отсутствием в литературе сведений о физико-химических свойствах сплавов особо чистого алюминия с РЗМ сделан вывод о необходимости выполнения исследований по данной теме.

Во второй главе представлены результаты исследования температурной зависимости теплоемкости и термодинамических функций сплава АК1М2 с РЗМ. Таким образом, исследована температурная зависимость удельной теплоемкости сплава АК1М2, легированного скандием, иттрием, празеодимом и неодимом. Показано, что с ростом температуры и содержания редкоземельных металлов в сплаве АК1М2 удельная теплоемкость, энтальпия и энтропия увеличиваются, а энергия Гиббса уменьшается (стр.71, 72).

В третьей главе представлены результаты исследования кинетики окисления легированных РЗМ сплавов АК1 и АК1М2 на основе особо чистого алюминия.

Результаты исследования кинетики окисления сплава АК1М2, легированного РЗМ (Sc, Y, Pr, Nd), показывают, что имеет место общая тенденция к уменьшению скорости окисления с повышением температуры и концентрации в сплаве редкоземельного компонента; кажущаяся энергия активации процесса окисления сплавов с содержанием РЗМ до 0.5 мас.% при переходе от скандия к неодиму увеличивается. У сплавов, легированных 0.005-0.05 мас.% РЗМ, энергия активации от скандия к иттрию растёт, к празеодиму – уменьшается (стр. 101). Механизм окисления твердого сплава АК1М2, легированного РЗМ (Sc, Y, Pr, Nd) подчиняется гиперболическому закону.

В четвертой главе приведены результаты электрохимического исследования сплава АК1М2 с РЗМ по общепринятой методике на потенциостате ПИ- 50-1.1. Исследования авторов проводились в нейтральной среде 3% раствора NaCl согласно ГОСТ 9.017-74, то есть в иммитате морской воды, с учётом влияния хлорид-иона на коррозионно-электрохимическое поведение сплавов АК1 и АК1М2, легированных РЗМ.

Приведенные данные показывают, что с увеличением концентрации РЗМ до 0.05 мас.% наблюдается плавное снижение скорости коррозии, а дальнейшее повышение концентрации легирующего компонента несколько увеличивает скорость коррозии сплавов (стр. 125, 126; таблицах 4.18; 4.19).

Повышение коррозионной стойкости сплавов АК1 и АК1М2, содержащих до 0.05 мас.% РЗМ, объясняется диссертантом их растворимостью в сплаве и образованием защитной плёнки на поверхности образцов, отличающейся отсутствием дефектов и устойчивостью к хлорид-иону.

Приведенные в заключении выводы обоснованы и логически вытекают из результатов исследований. Полученные экспериментальные данные и результаты исследований соответствуют целям и задачам диссертационной работы.

Научная новизна

В диссертационной работе решены наиболее актуальные задачи:

- экспериментально получены уравнения температурной зависимости удельной теплоёмкости легированного скандием, иттрием, празеодимом и неодимом сплава АК1М2, в интервале температур от 300 до 900 К;
- выявлена зависимость изменения термодинамических функций (энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) от температуры сплава АК1М2 и влияние добавок скандия, иттрия, празеодима и неодима на них;
- установлены кинетические и энергетические характеристики процесса окисления сплава АК1М2 на основе особо чистого алюминия марки А5N с редкоземельными металлами;
- определены продукты окисления сплава АК1М2 с РЗМ и показана их роль в формировании механизма окисления сплавов;
- установлены основные электрохимические параметры, характеризующие анодное поведение сплавов АК1 и АК1М2 с РЗМ, в среде электролита NaCl.

Практическая значимость и научная ценность работы.

Практическая значимость работы заключается в разработке и оптимизации состава сплавов АК1 и АК1М2 на основе особо чистого алюминия марки А5N, легированных РЗМ, для электронной отрасли.

Обоснованность и достоверность выдвигаемых на защиту научных положений и результатов обусловлена корректностью применяемых в работе физико-химических методов исследований; использованием аттестованного оборудования, обеспечивающего достаточный уровень надежности результатов; комплексным применением взаимодополняющих измерительных методов; использованием эталонных образцов; согласованностью расчетных и экспериментальных данных, сходимостью результатов исследований, проводимых в лабораторных условиях; публикациями в рецензируемых журналах; обсуждением основных результатов на различных научных конференциях.

Сформулированные соискателем выводы логично основываются на приведенных в диссертации литературных данных и результатах собственных исследований.

Публикации основных результатов, положений и выводов, приведённых в диссертации. По теме диссертационной работы опубликовано 18 работы, из которых 1 монография, 8 статей в ведущих рецензируемых изданиях из списка ВАК РФ и 8 материалов докладов и выступлений на конференциях и семинарах республиканского и международного уровней, 1 малый патент Республики Таджикистан.

Вышеизложенное позволяет констатировать достаточно высокий уровень апробации диссертационного исследования.

Материал диссертации логично и последовательно изложен, хорошо иллюстрирован, выводы достаточно обоснованы.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

В автореферате диссертации изложены основные положения и выводы, показан вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследования, обсуждены полученные данные. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Ведущая организация рекомендует использовать результаты диссертационной работы предприятием электронной промышленности Республики Таджикистан, а также Российской Федерации

По диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Рассчитанные значения термодинамических функций сплавов по возможности следовало сравнивать с известными в литературе данными, если таковые имеются.

2. Кинетика окисления сплавов изучена лишь в твердом состоянии. Следовало изучить кинетические характеристики некоторых сплавов также в жидком состоянии.

3. Электрохимические исследования сплавов выполнены только в нейтральной среде электролита NaCl. Следовало провести подобные исследования в кислых и щелочных средах, что дало бы возможность построить зависимость скорости коррозии сплавов от pH среды.

4. В работе встречаются стилистические и грамматические ошибки. Так на стр. 80, 86, 130 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 термодинамическим и кинетическим характеристикам изучаемых систем сплавов, их устойчивости на воздухе и в растворах кислот и основания, изучены анодные характеристики. В целом диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое научное достижение, в котором достаточно успешно решен ряд актуальных теоретических и практических задач по разработке алюминиевых сплавов, повышению их устойчивости к воздействию внешних факторов, что можно использовать при разработке технологии получения металлических материалов.

Диссертационная работа Ниёзова Хамзакула Хамрокуловича «Физико-химические свойства сплавов особо чистого алюминия марок АК1 и АК1М2 с редкоземельными металлами» отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016 г. № 505, предъявляемым к кандидатским диссертациям: содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, которые можно квалифицировать как новое

научное достижение, имеющее важное значение для развития физической химии и материаловедение.

Диссертационная работа имеет внутреннее единство, в ней отражен личный вклад автора в науку, а ее автор, Ниёзов Хамзакул Хамрокулович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 – материаловедение (в машиностроении).

Отзыв обсуждён на заседание кафедры «Металлургия» 30 августа
2017 г. Протокол №1.

Зав. кафедрой «Металлургия»
НИТУ «МИСИС» в г. Душанбе,
кандидат технических наук, доцент

И.Р. Бобоев

Подпись к.т.н. доцента Бобоева И.Р.
заверяю:
начальник ОК филиала НИТУ «МИСиС»
в городе Душанбе



Бердиева М.