

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Вазирова Назира Шамировича, выполненную на тему: «Влияние церия, празеодима и неодима на свойства алюминиевого сплава АМгб», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия

### *Актуальность избранной темы диссертации*

Алюминий-магниевого сплавы обладают целым рядом уникальных физико-химических свойств, главными из которых являются малая плотность и высокая прочность. Для повышения прочностных характеристик алюминиево-магниевого сплавы легируют другими элементами. Это дает возможность применять их во многих конструкциях, подверженных суровым атмосферным воздействиям. Сварные алюминиевые лодки и катера изготавливают исключительно из сплавов этой серии. В автомобилестроении из этих сплавов изготавливают штампованные детали корпуса и шасси благодаря хорошей комбинации прочности и формовкости.

Достижение высокой прочности за счет упрочнения твердого раствора алюминия магнием возможно потому, что магний в этой роли является очень эффективным. Кроме того, его высокая растворимость позволяет увеличивать его содержание до 5% в наиболее легированных сплавах.

Среди легирующих элементов важное место отводится редкоземельным металлам (РЗМ), так как они значительно улучшают коррозионную стойкость алюминия и его сплавов с магнием. Однако в литературе нет сведений о физико-химических и теплофизических свойствах сплавов алюминия с магнием и РЗМ. Данное обстоятельство побудило диссертанта Вазирова Н.Ш. выполнить диссертационную работу, посвященную изучению физико-химических свойств сплава АМгб, легированного церием, празеодимом и неодимом, которая представляет собой актуальное исследование, имеющее научный и практический интерес.

### *Общие принципы построения и структура работы*

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и приложения, изложена на 140 страницах компьютерного набора, включает 54 рисунков, 48 таблиц, 103 библиографических наименований.

*Во введении* изложены предпосылки и основные проблемы исследования, обоснована актуальность работы, отражена научная новизна и практическая значимость работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** представлен обзор литературных данных по теплоемкости алюминия, магния и РЗМ (церия, празеодима и неодима), сведения об особенностях окисления и коррозионно-электрохимического поведения алюминиево-магниевых сплавов с РЗМ.

Приведённые в обзоре сведения свидетельствуют, что в литературе не имеются сведения об окислении сплава АМгб с церием, празеодимом и неодимом, о коррозионно-электрохимическом поведении сплава АМгб легированного церием, празеодимом и неодимом, тепловых и теплофизических свойствах тройных сплавов. Имеющиеся сведения в основном относятся к чистым металлам или двойным сплавам. Глава завершается выводами по обзору литературы и постановкой задачи.

**Вторая глава** посвящена экспериментальному изучению влияния церия, празеодима и неодима на температурную зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплава АМгб в широком интервале температуры. Результаты получены с использованием метода измерения теплоемкости металлов и сплавов в режиме «охлаждения» с применением способа автоматической регистрации температуры образца в зависимости от времени охлаждения. Используемая компьютерная технология для регистрации и обработки результатов обладает рядом преимуществ по сравнению с методом периодического нагрева.

**Третья глава** диссертационной работы включает результаты исследования кинетики окисления сплава АМгб, легированного церием, празеодимом и неодимом, в твердом состоянии.

Показано, что добавки празеодима и неодима увеличивают устойчивость исходного сплава АМгб к окислению. При этом кажущаяся энергия окисления сплавов при легировании указанными металлами увеличивается от 39.5 до 73.4 кДж/моль. Добавки церия к исходному сплаву АМгб увеличивает его окисляемость, о чем свидетельствует уменьшение величины кажущейся энергии активации у исследованных сплавов.

Установлено, что в формировании оксидной пленки на поверхности образцов сплава имеет прямую зависимость от наличия металла определенной концентрации. При этом доминирующей фазой в продуктах окисления сплавов является оксид алюминия.

**В четвертой главе** диссертации представлены экспериментальные результаты исследования влияния церия, празеодима и неодима на анодные характеристики сплава АМгб в среде электролита NaCl различной концентрации. При этом значительно увеличивается питтингоустойчивость сплавов, о чем свидетельствует смещение потенциалов коррозии и питтингообразования в более положительную область значений. В этом

плане более перспективными являются сплавы, легированные празеодимом и неодимом. Установлено, что с ростом концентрации хлорид-иона в электролите скорость коррозии сплавов увеличивается в 1,5-2,0 раза.

На основании выполненных физико-химических исследований научно обоснован диапазон легирования сплава АМгб, церием, празеодимом и неодимом. В частности, показано, что оптимальное содержание церия, празеодима и неодима в сплаве АМгб соответствует концентрации 0,1-0,5 мас.%. Сплавы, легированные неодимом, отличаются минимальным значением скорости коррозии.

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

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

В ходе эксперимента автором использованы нижеследующие методы:

-метод исследования теплоемкости сплавов в режиме «охлаждения» с использованием автоматической регистрации температуры образца от времени охлаждения;

-термогравиметрический метод изучения кинетики окисления сплавов;

-электрохимический метод исследования анодных свойств алюминиевых сплавов потенциостатическим методом (прибор ПИ 50-1.1);

-микроструктурные исследования проводил на металлографическом микроскопе марки Биомед ММР-1;

-ИК-спектроскопическое исследование (UR-20) фазового состава образующихся продуктов окисления.

***Научная новизна работы:*** Исследованы температурные зависимости теплоемкости, коэффициента теплоотдачи и термодинамических функции (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса) сплава АМгб, легированного церием, празеодимом и неодимом. Установлено, что с ростом температуры и содержания церия, празеодима и неодима коэффициент теплоотдачи и теплоемкость сплавов увеличиваются. С ростом температуры энтальпия и энтропия сплавов также растут, а значение энергии Гиббса уменьшается. Таким образом, диссертантом получены математические модели температурных зависимостей теплоемкости, коэффициента теплоотдачи и термодинамических функций для сплава АМгб с церием, празеодимом и неодимом.

Методом термогравиметрии исследована кинетика окисления сплава АМгб, легированного церием, празеодимом и неодимом. Определены

энергетические и кинетические характеристики процесса окисления сплава АМгб с церием, празеодимом и неодимом.

Диссертантом также, установлены основные электрохимические параметры коррозии сплава АМгб с церием, празеодимом и неодимом и анодный механизм процесса.

**Практическая значимость работы:** Автором разработан оптимальное количество церия, празеодима и неодима в алюминиево-магниевого сплаве. Выполненные исследования послужили научной основой для разработки состава новых алюминиево-магневых сплавов. Предлагаемые диссертантом новые легкие сплавы отличаются повышенной устойчивостью к агрессивной среде и могут быть использованы в областях металлургии и машиностроительной промышленности.

На основе проведённых исследований разработаны составы коррозионностойких сплавов, которые представляют практический интерес. На состав разработанных сплавов получен малый патент Республики Таджикистан, №972 от 17.10.2018 г.

Результаты работы отражены в 20 научных публикациях, семь статей опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 13 статей материалах в научно-практических конференций.

Диссертация Вазирова Н.Ш. соответствует паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия по следующим пунктам:

п.2 - Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамики фазовых превращений и фазовых переходов

п.3 - Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях;

п.7 - Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация.

### ***Замечания по диссертационной работе***

1. В диссертационной работе в главе 3 представлены результаты исследования кинетики окисления сплавов. Автор при объяснении механизма окисления сплавов подчёркивает роль продуктов окисления. Однако, ради справедливости необходимо отметить, что изучению продуктов окисления сплавов, автор отводит не особое внимание.

2. Окисление сплавов проведено в твердом состоянии. Следовало провести исследования отдельных сплавов в жидком состоянии и сопоставить полученные результаты.

3. Расчёт термодинамических функций сплавов диссертантом проведено посредством температурной зависимости теплоемкости. Получены новые сведения. Однако, автором не даны в работе объяснения механизма изменения термодинамических функций сплавов от их состава.

4. Диссертантом часто используется в форме обобщающих научных заключений термины «уменьшается», «увеличивается», но не объясняется связь между определенными структурными состояниями сплавов.

Данные замечания больше носят рекомендательный характер. Они не влияют на общее положительное впечатление от работы, так как не затрагивают смысл основных выводов.

### **Заключение**

Диссертационная работа Вазирова Н.Ш. на тему: «Влияние церия, празеодима и неодима на свойства сплава АМгб», является законченной научно-исследовательской работой.

Публикации автора вполне отражают содержание диссертационной работы, которые опубликованы в ведущих научных рецензируемых журналах. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Автор диссертационной работы Вазиров Назир Шамирович – заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия (технические науки) за разработку физико-химических основ технологии легирования алюминиевого сплава АМгб, элементами подгруппы церия.

### **Официальный оппонент,**

доктор технических наук, профессор,  
Директор Филиала Агентства по ядерной и  
радиационной безопасности  
АН Республики Таджикистан



*X. Nazarov*

Назаров Х.М.

*Адрес:* 735730, Таджикистан, Согдийская область, г.Бустон, ул. Опланчука 1а  
*Телефон:* +992 918 67 64 44  
*E-mail:* holmurod18@mail.ru

Подпись д.т.н., профессора Назарова Х.М. *заверяю:*  
Начальник отдела кадров  
Филиала Агентства по ядерной и радиационной  
безопасности АН Республики Таджикистан



*A. Adxamov*

А.Адхамов