

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Иброхимова Насимжона Файзуллоевича, выполненную на тему: «Физико-химические свойства сплава АМг2 с редкоземельными металлами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (в машиностроении)

### *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 и 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 формовости.

Достижение высокой прочности за счет упрочнения твердого раствора 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 Иброхимова Н.Ф. выполнить диссертационную работу, посвященную изучению физико-химических свойств сплава АМг2, легированного РЗМ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd), 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 162 страницах компьютерного набора, включает 77 рисунков, 66 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 (цериевой подгруппы), 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 АМг2 с РЗМ, о коррозионно-электрохимическом поведении легированного РЗМ сплава АМг2, 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 РЗМ (цериевой подгруппы) на температурную зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплава АМг2 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 АМг2, легированного РЗМ, в твердом состоянии.

Показано, что добавки РЗМ (Sc, Y, Ce, Pr, Nd) увеличивают устойчивость исходного сплава АМг2 к окислению. При этом кажущаяся энергия окисления сплавов при легировании указанными металлами увеличивается от 39,3 до 76,1 кДж/моль. Добавки церия к исходному сплаву АМг2 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 отдельных РЗМ на анодные характеристики сплава АМг2 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-ионов в электролите скорость коррозии сплавов увеличивается в 1,5-2,0 раза.

На основании выполненных физико-химических исследований научно обоснован диапазон использования сплава АМг2 легированного РЗМ. В частности, показано, что оптимальное содержание РЗМ в сплаве АМг2 соответствует концентрации 0,1-0,2 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);

-рентгенофазовый анализ (ДРОН-2.0);

-металлографический метод анализа сплавов с помощью микроскопа «Neophot-31»;

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

***Научная новизна:*** Исследованы температурные зависимости теплоемкости, коэффициента теплоотдачи и термодинамических функции (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса) сплава АМг2, легированного РЗМ. Установлено, что с ростом температуры и содержания РЗМ коэффициенты 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 АМг2 с РЗМ.

Методом термогравиметрии исследована кинетика окисления сплава АМг2, легированного РЗМ. Определены энергетические и кинетические данные процесса окисления сплава АМг2 с РЗМ.

Диссертантом также, установлены основные электрохимические параметры коррозии сплава АМг2 с РЗМ и анодный механизм процесса.



3.Автором утверждается «при переходе от скандия к иттрию и далее к церию величины теплоемкости и коэффициента теплоотдачи сплавов уменьшаются, а для сплавов с празеодимом и неодимом увеличиваются». Следовало более детально выяснить механизм такого влияния.

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 Н.Ф.Иброхимова на тему: «Физико-химические свойства сплава АМг2 с редкоземельными металлами», является законченной научно-исследовательской работой.

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

Диссертационная работа Н.Ф.Иброхимова соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016 г. №505 предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Автор диссертационной работы Иброхимов Насимжон Файзуллоевич – заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение (в машиностроении).

### **Официальный оппонент,**

доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник

Агентства по ядерной и радиационной

безопасности АН Республики Таджикистан

- *X'Pas* -

Назаров Х.М.

Адрес:734003, Республики Таджикистан, г.Душанбе, ул.Хамза Хакимзаде, 17а

Телефон: +992 918 67 64 44,

E-mail: holmurod 18 @ mail.ru

Подпись д.т.н., профессора Назарова Х.М. *заверяю:*

Ученый секретарь Агенства по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан, к.т.н.

*Ахмедов М.З.*

Ахмедов М.З.