

ВАЗОРАТИ САНОАТ ВА
ТЕХНОЛОГИЯҶОИ НАВИ
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШКАДАИ КҶҲИЮ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОҶИКИСТОН

735730, ш.Бустон, к. Баротов, 6
Тел.: (+9923451) 5-02-89, 5-01-75



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ТАДЖИКИСТАНА

735730, г.Бустон, ул. Баротова, 6
факс: (+9923451) 5-06-34

№ 515 от «17» 10 2022г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Горно-металлургического
института Таджикистана,



к.э.н., профессор
Махмадали Б.Н.

2022 г.

О Ф И Ц И А Л Ь Н Ы Й О Т З Ы В

ведущей организации на диссертационную работу

Норовой Муаттар Турдиевны

на тему: «Физико-химические свойства промышленных алюминиево-магниевого сплавов с щелочноземельными и редкоземельными металлами»,
представленной на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности 2.6.17 – Материаловедение

Нарастающий интерес исследователей и практиков, проявляемый к алюминию и его сплавов обусловлен комплексом их физико-химических характеристик, удовлетворяющий технологических и эксплуатационных условий. В настоящее время применение алюминиевых сплавов становится всё более разнообразным. Неуклонно расширяется использование конструкционных сплавов в машиностроении, судостроении, на транспорте, в строительстве, и других отраслях.

Особенностью алюминиевых сплавов, изученных в работах М.Т. Норовой, являлась то, что в качестве легирующих добавок в них присутствовали щелочноземельные и редкоземельные металлы, влияние которых на алюминиево-магниевого сплавов ещё мало изучено, и которых можно рассматривать как резерв для создания новых материалов на основе алюминия, имеющих по сравнению с известными материалами определённые преимущества. Для новых материалов как конструкционных, так и неконструкционных большое значение имеют такие характеристики, как

окисляемость, коррозионная стойкость и электрохимическое поведение в различных средах, которые исследованы для алюминиево-магниевого сплавов, содержащих щелочноземельные и редкоземельные металлы в работах диссертанта. Полученные им результаты будут способствовать разработке новых алюминиевых сплавов для современной техники и успешной их эксплуатации, так что исследования М.Т. Норовой, обобщенные им в докторской диссертации, можно считать весьма актуальными.

Цель исследования заключается в установление механизма и закономерностей изменений физико-химических свойств промышленных алюминиево-магниевого сплавов АМг0.2, АМг2, АМг3, АМг4, АМг6 с щелочноземельными и редкоземельными металлами; разработка на их основе новых составов сплавов для использования в судостроительной, автомобильной, авиационной и строительной отраслях.

Научная новизна исследований:

-установлены закономерности изменения теплоёмкости, коэффициента теплоотдачи промышленных алюминиево-магниевого сплавов с РЗМ, в зависимости от температуры и состава сплавов;

-показано, что фазовые превращения и переходы в сплавах в пределах исследованных температур не наблюдаются;

-установлено, что независимо от состава для всех сплавов характерно увеличение теплоёмкости с ростом температуры;

-выявлено, что при увеличении концентрации РЗМ в алюминиево-магниевого сплавах величина теплоёмкости смещается в сторону уменьшения. При условии одной и той же температуры и состава сплавов при переходе от скандия к неодиму теплоёмкость снижается;

-показано, что величины энтальпии и энтропии сплавов при переходе от исходных промышленных алюминиево-магниевого сплавов к сплавам с редкоземельными металлами уменьшаются, а величина энергии Гиббса от сплавов со скандием к неодиму увеличивается;

-выявлены закономерности изменения кинетических и энергетических характеристик, и механизм процесса высокотемпературного окисления промышленных алюминиево-магниевого сплавов АМг0.2, АМг2, АМг3, АМг4, АМг6 с щелочноземельными и редкоземельными металлами в твёрдом состоянии. Установлено, что окисление сплавов в твёрдом состоянии в целом подчиняется линейно-параболическим и гиперболическим зависимостям. Реакция на начальном этапе протекает в кинетической области с переходом в диффузионную, которая является доминирующей. Добавки РЗМ, в качестве легирующего элемента являются перспективными по сравнению с ЩЗМ;

-определена роль легирующих элементов в формировании продуктов окисления сплавов и их защитной способности. Легирующие элементы уже при небольших концентрациях участвуют в образовании защитной оксидной пленки, входя в состав основного оксида на основе алюминия и магния. Второй главный компонент – магний и ЦЗМ по своей природе образуют кроме комплексных оксидов и отдельную фазу;

-определена степень влияния легирующих элементов (ЦЗМ и РЗМ) на электрохимические свойства промышленных алюминиево-магниевых сплавов, содержащих от 0.2 до 6.0 мас.% магния. ЦЗМ и РЗМ в целом повышают коррозионную устойчивость исходных сплавов. Более заметное влияние РЗМ объясняется особенностью их электронного строения. Увеличение доли хлорид-иона в электролите NaCl приводит к росту скорости коррозии сплавов независимо от их состава.

Практическая значимость работы заключается в:

- разработке новых составов алюминиево-магниевых сплавов, содержащих щелочноземельные и редкоземельные металлы, с определенными физико-химическими характеристиками, которые могут быть рекомендованы для использования в промышленности;

-использования полученных результатов как научной основы для разработки новых по составу и качеству сплавов;

-разработке состава сплава на основе алюминия защищённая патентом Республики Таджикистан (№ТJ 212) и внедренная в качестве токосъёмных вставок для троллейбусных линий на ГУКП «Троллейбус» г. Душанбе с экономическим эффектом 1500,0 \$ США на 100 шт. изделия.

Основные положения, выносимые на защиту:

-закономерности изменения теплофизических характеристик (скорости охлаждения сплавов от времени, коэффициента теплоотдачи, удельной теплоёмкости) и термодинамических функций (энтальпии, энтропии и энергии Гиббса) промышленных алюминиево-магниевых сплавов АМг₂, АМг₃, АМг₄, АМг₆, легированных РЗМ (Sc, Y, Ce, La, Pr, Nd), их корреляционная зависимость от различных факторов;

-закономерности изменения кинетических и энергетических характеристик процесса высокотемпературного окисления промышленных алюминиево-магниевых сплавов АМг_{0.2}, АМг₂, АМг₃, АМг₄, АМг₆ с щелочноземельными и редкоземельными металлами в зависимости от концентрации легирующего компонента и температуры, в твёрдом состоянии;

-результаты ИК-спектроскопии и РФА продуктов окисления вышеуказанных промышленных алюминиево-магниевых сплавов с

щелочноземельными и редкоземельными металлами при высоких температурах;

-результаты исследования электрохимического поведения промышленных алюминиево-магниевого сплавов АМг0.2, АМг2, АМг3, АМг4, АМг6 с ЩЗМ (Ca, Sr, Ba) и РЗМ (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd) от концентрации электролита NaCl.

Личный вклад автора заключается в постановке целей и задач исследования, проведении экспериментальных исследований по изучению физико-химических свойств промышленных алюминиево-магниевого сплавов, расчётах, обработке, анализе и обобщении полученных результатов и их публикации. Обсуждение результатов и формулировка основных выводов диссертации принадлежат автору.

Основные результаты отражены в 58 научных работах, в том числе, 2 монографиях, 16 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации и в 35 материалах международных и республиканских конференций, а также получено 5 малых патентов Республики Таджикистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, общих выводов, списка использованной литературы из 231 наименований и приложения. Работа изложена на 276 страницах компьютерного набора, иллюстрирована 107 рисунками и содержит 87 таблиц.

Тема диссертационной работы является неотъемлемой частью государственных программ - «Стратегия Республики Таджикистан в области науки и технологии на 2007-2015гг» и «Внедрение важнейших разработок в промышленное производство Республики Таджикистан на 2010-2015гг.».

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определены объёмы исследований, обоснован выбор методов, сформулирована цель и изложены основные положения, выносимые на защиту результаты.

В первой главе приведены литературные сведения по структурообразованию и свойствам алюминия, магния и редкоземельных металлов, характеристики и области их использования, о взаимодействии сплавов систем алюминий-щёлочноземельный металл и алюминий-редкоземельный металл с кислородом, а также по анодному поведению алюминиевых сплавов с щелочноземельными и редкоземельными металлами.

В связи с отсутствием в существующих литературах сведений о физико-химических свойствах промышленных алюминиево-магниевого сплавов с ЩЗМ и РЗМ сделан вывод о необходимости выполнения исследований по данной теме.

Во второй главе приведены результаты исследования температурной зависимости теплоемкости и термодинамических функций промышленных алюминиево-магниевого сплавов марок АМг2, АМг3, АМг4 АМг6, легированных редкоземельными металлами.

Третья глава посвящена исследованию кинетики высокотемпературного окисления промышленных алюминиево-магниевого сплавов с щелочноземельными и редкоземельными металлами.

В четвертой главе приведены результаты исследования коррозионно-электрохимического поведения промышленных алюминиево-магниевого сплавов в нейтральной среде электролита NaCl различной концентрации.

Диссертационная работа завершается общими выводами, списком цитированной литературы и приложением.

Проведены исследования по изучению температурной зависимости теплоемкости и изменений термодинамических функций, промышленных алюминиево-магниевого сплавов с редкоземельными металлами. Получены алюминиево-магниевого сплавы составов АМг0.2, АМг2, АМг3, АМг4 и АМг6 с щелочноземельными и редкоземельными металлами, в вакуумной печи сопротивления типа СНВЭ-1.3.1/16 ИЗ в инертной атмосфере. Химический состав и микроструктура синтезированных сплавов исследовались на сканирующем электронном микроскопе марки SEM серии AIS 2100. Также химический состав сплавов контролировали методом атомно-эмиссионного спектрального анализа (АЭСА) на дифракционном спектрографе ДФС-452 с многоканальной оптической регистрирующей системой МОРС-9.

Установлена температурная зависимость теплоемкости, рассчитаны термодинамические функции полученных сплавов. Показано, что добавки РЗМ до 0.5мас.% к сплаву АМг2 практически не влияют на изменение термодинамических функций сплавов. Такое изменение термодинамических функций можно связать с модификацией структуры сплавов с РЗМ и образованием тройных интерметаллических соединений.

Необходимо отметить, что соискателем выполнен большой объем экспериментальных и расчетных работ, а также выполнена статистическая их обработка. Это позволило ей с учетом полученных данных удачно решить поставленные перед ней задачи.

Новые и не менее важные данные получены по термодинамическим функциям всех полученных промышленных алюминиево-магниевого сплавов. Выявлена температурная зависимость изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса для вновь синтезированных сплавов.

Автором установлены значения характеристик окисляемости алюминиево-магниевого сплавов и тройных систем, включающих щелочноземельных (Ca, Sr,

Va) и редкоземельных металлов (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd), в твердом состоянии в широком диапазоне температур и концентраций. Определена кинетика этих процессов, в основном имеющих параболический и гиперболический характер, и фазовый состав продуктов окисления, позволяющий понять их роль в процессе окисления сплавов. Установлены закономерности изменения этих характеристик от содержания легирующих элементов, температуры и положение легирующих элементов в периодической таблице. Полученные данные существенно расширяют знания об окислении алюминиево-магниевых сплавов и важны для их практического использования.

Важными с научной и практической точки зрения являются результаты потенциодинамических исследований поведения алюминиево-магниевых сплавов, содержащих ЩЗМ и РЗМ, в 3%-ном растворе NaCl, который можно рассматривать как типичную коррозионную среду. Установлено, что зависимость плотности тока коррозии сплава АМг0.2 от порядкового номера ЩЗМ и скорость коррозии от концентрации магния при постоянном содержании ЩЗМ (0.05 мас%) уменьшается при добавке магния до 1.0 мас.%. По характеру влияния на скорость коррозии сплавов систем Al-Mg+ЩЗМ могут располагаться в порядке возрастания заряда ядра. По сравнению со стронцием и барием среди ЩЗМ кальций оказывает более положительное воздействие на снижение скорости коррозии сплава АМг0.2. Также выявлено, что скорость коррозии исходных сплавов уменьшается в 1.5-2 раза при легировании сплавов РЗМ и ЩЗМ в пределах 0.01-0.05 мас.%. Скорость коррозии алюминиево-магниевых сплавов, легированных РЗМ, уменьшается в ряду Sc, Y, La, Pr, Nd, по мере увеличения заряда ядра.

Материалы диссертационной работы Норовой М.Т. прошли большую апробацию, её основные положения обсуждались на 18 Международных и 17 Республиканских конференциях.

Автором проделана большая и трудоемкая работа, получен огромный фактический материал по термодинамическим и кинетическим характеристикам изучаемых систем сплавов, их устойчивости на воздухе и в растворах электролитов, изучены электрохимические характеристики. В целом диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, в совокупности их можно квалифицировать как новое крупное научное достижение, где достаточно успешно решен ряд актуальных теоритических и практических задач по разработке металлических сплавов, повышению их устойчивости к воздействию внешних факторов, что можно использовать при разработке технологии получения металлических материалов.

Результаты полученные диссертантом, являются новыми, выводы сформулированы аргументировано. Основные положения диссертационной работы отражены в автореферате, а публикации отражают основное их содержание. Рецензируемая диссертационная работа соответствует специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Ведущая организация рекомендует использовать результаты диссертационной работы в машиностроительных предприятиях Министерства промышленности и новых технологий РТ и высших учебных заведениях Министерства образования и науки Республики Таджикистан, а также стран СНГ.

Несмотря на очевидные достижения, работа не лишена недостатков, к числу которых можно отнести:

1. В диссертационной работе представлены результаты исследования теплоёмкости алюминиево-магниевого сплавов с редкоземельными металлами. Однако при анализе результатов автором не проведена корреляция между теплоёмкости РЗМ и исследованных сплавов.
2. В диссертационной работе большое внимание уделяется зависимостям кинетики окисления и других характеристик сплавов от состава с учетом соответствующих равновесных диаграмм состояния. Однако, в работе не приводится ни одной диаграммы состояния со ссылкой на последних публикаций как в случае двойных, так и тройных систем.
3. Следовало провести сопоставление скорости окисления сплавов с РЗМ со скоростью окисления чистых РЗМ.
4. Кинетика окисления сплавов изучена лишь в твердом состоянии. Было бы интересно, изучить кинетические характеристики некоторых сплавов также в жидком состоянии.
5. Автор, проводя исследования в среде электролита NaCl, различной концентрации, вызывающих коррозию в исследуемых условиях в предположительном виде не даёт реакцию коррозии сплавов.
6. В тексте диссертации встречаются стилистические и грамматические ошибки. Например, стр.53, 57, 67, 101, 103, 111. и т.д.

Однако, указанные замечания не снижают достоинства выполненной работы. Диссертационная работа Норовой М.Т. соответствует специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки) по следующим пунктам:

п.1. Разработка новых металлических и композиционных материалов с заданным комплексом свойств путём установления фундаментальных закономерностей влияния состава, структуры технологии, а также эксплуатационных и иных факторов на функциональные свойства материалов. Теоретические и экспериментальные исследования

фундаментальных связей состава и структуры металлических материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности деталей, изделий машин и конструкций (химической, нефтехимической, энергетической, машиностроительной легкой, строительной);

п.2. Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих в гетерогенных и композиционных структурах;

п.3. Разработка научных основ выбора металлических, материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации деталей, изделий, машин и конструкций;

п.4. Разработка физико-химических и физико-механических процессов формирования новых металлических, материалов, обладающих уникальными функциональными, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью;

п.5. Установление закономерностей и критериев оценки разрушения металлических материалов от действия механических нагрузок и внешней среды;

п.10. Разработка способов повышения коррозионной стойкости металлических, неметаллических и композиционных материалов в различных условиях эксплуатации;

п.16. Создание металлических материалов, способных эксплуатироваться в экстремальных условиях: агрессивной среды, повышенных температур, механических нагрузок, вакуума и др.

На этих основаниях считаем, что соискатель Норова М.Т. достойна присуждению учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Диссертационная работа Норовой М.Т. представляет собой завершённое научное исследование, выполненное на высоком уровне, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, которые можно квалифицировать как новое крупное научное достижение, имеющее значение для развития материаловедения металлических систем. Полученные автором результаты достоверны и имеют большое теоретическое, а также практическое значение. По своему содержанию и объёму работа отвечает критериям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям. Автор работы

Норова Муаттар Турдиевна, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Отзыв обсужден на расширенном заседании кафедры «Металлургия» металлургического факультета Горно-металлургического института Таджикистана (протокол № 2 от 11 октября 2022 г.)

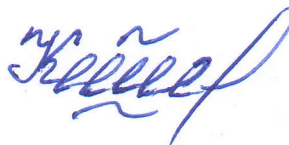
Отзыв составили:

профессор кафедры « Экология»
Горно-металлургического института
Таджикистана, д.т.н.



Разыков З.А.

Председатель научного собрания:
заведующий кафедрой «Металлургия»
Горно-металлургического института
Таджикистана, к.т.н.



Кадыров А.А.

Ученый секретарь: и.о. доцента
кафедры «Разработка месторождений
полезных ископаемых»
Горно-металлургического института
Таджикистана, к.т.н.



Осими Окил

Адрес: 735730, г.Бустон, ул. Б.Баротов 6, ГМИТ.
Тел.:(+992) 927512937
E-mail: osimiokil@mail.ru

Подписи д.т.н., профессора Разыкова З.А., к.т.н. Кадырова А.А.
и к.т.н., и.о. доцента Осими Окил

заверяю:

Начальник УК и СД Горно-металлургического
института Таджикистана



Сулейманов Н.А.