

ВАЗОРАТИ САНОАТ ВА
ТЕХНОЛОГИЯҲОИ НАВИ
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШКАДАИ КӯҲИ-
МЕТАЛЛУРГИИ ТОҶИКИСТОН



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

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

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

№ 18 от «07» 09 2020г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Горно-металлургического
института Таджикистана, к.г.-м.н.
Фозилзода М.М. Фозилзода М.М.

«7» 09 2020 г.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Норовой Муаттар Турдиевны на тему: «Физико-химические свойства промышленных алюминиево-магниевых сплавов с щелочноземельными и редкоземельными металлами», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

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, являлось то, что в качестве легирующих добавок в них присутствовали щелочноземельные и редкоземельные металлы, влияние которых на алюминиево-магниевых сплавов ещё мало изучено, и которые 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-магниевых 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, следует считать весьма актуальными.

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

Научная новизна исследований:

-установлено закономерности изменений теплоёмкости, коэффициента теплоотдачи промышленных алюминиево-магниевых сплавов с РЗМ (Sc, Y, Ce, La, Pr, Nd), 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-магниевых 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-магниевых 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-магниевых 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 ЩЗМ по своей природе образуют кроме комплексных оксидов и отдельную фазу.

-определена степень влияния легирующих элементов (ЩЗМ и РЗМ) на электрохимические свойства промышленных алюминиево-магниевых сплавов, содержащих от 0.2 до 6.0 мас.% магния. ЩЗМ 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 промышленных алюминиево-магниевых сплавов, содержащих щелочноземельные и редкоземельные металлы, с определенными физико-химическими характеристиками, которые защищены малыми патентами Республики Таджикистан;

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 АМг0.2, 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-магниевых 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-магниевых сплавов, расчётах, обработке, анализе и обобщении полученных результатов и их публикации. Обсуждение результатов и формулировка основных выводов диссертации принадлежат автору.

Основные результаты отражены в 70 научных работах, в том числе, 2 монографиях, 25 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации и в 38 материалах международных и республиканских конференций, а также получено 5 малых патента Республики Таджикистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, общих выводов, списка использованной литературы из 238 наименований и приложения. Работа изложена на 275

страницах компьютерного набора, иллюстрирована 107 рисунками и содержит 88 таблиц.

Тема диссертационной работы является неотъемлемой частью государственных программ - «Стратегия Республики Таджикистан в области науки и технологии на 2007-2015гг», Программы «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 литературе сведений о физико-химических свойствах промышленных алюминиево-магниевых сплавов с ЦЗМ 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-магниевых сплавов марок АМг2, АМг3, АМг4 АМг6, легированных редкоземельными металлами.

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

В четвёртой главе приведены результаты исследования коррозионно-электрохимического поведения промышленных алюминиево-магниевых 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, Ba) 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 наши знания об окислении алюминий-магниевого сплава и важны для их практического использования.

Важными с научной и практической точки зрения являются результаты потенциодинамических исследований поведения алюминий-магниевого сплава, содержащего ЦЗМ 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 ЦЗМ и скорость коррозии от концентрации магния при постоянном содержании ЦЗМ (0.05 мас%) уменьшается при добавке магния до 1.0 мас.%. По характеру влияния на скорость коррозии сплавов систем Al-Mg+ЦЗМ могут располагаться в порядке возрастания заряда ядра. По сравнению со стронцием и барием среди ЦЗМ кальций оказывает более положительное воздействие на снижение скорости коррозии сплава АМг0.2. Так же выявлено, что скорость коррозии исходных сплавов уменьшается в 1.5-2 раза при легировании сплавов РЗМ и ЦЗМ в пределах 0.01-0.05 мас.%. Скорость коррозии алюминий-магниевого сплава, легированного 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 20 Международных, 18 Республиканских конференциях.

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 электролитов, изучены электрохимические 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 крупное научное достижение, в котором 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.

Все 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 02.00.04-физическая химия.

Тем не менее, по диссертации следует сделать следующие замечания.

1. В диссертационной работе представлены результаты исследования теплоёмкости алюминиево-магниевого сплавов с редкоземельными металлами. Однако при анализе результатов автором не проведена корреляция между теплоёмкостью 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, ни одной диаграммы состояния со ссылкой на последние публикации как в случае двойных, так и тройных систем не приводится.
3. Следовало провести сопоставление скорости окисления сплавов с РЗМ со скоростью окисления чистых РЗМ.
4. Кинетика окисления сплавов изучена лишь в твердом состоянии. Следовало 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.52, 56, 66, 100, 102, 110. и т.д.

Однако, указанные замечания несколько не снижают достоинства выполненной работы.

Диссертационная работа Норовой М.Т. соответствует специальности 02.00.04-Физическая химия (технические науки) по следующим пунктам: п. 3- определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях; п. 5- изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений; п. 7- макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация; п. 10- связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями осуществления химической реакции; п. 11- физико-химические основы процессов химической технологии. Это дает основание считать, что соискатель Норова М.Т. достойна присуждению учёной степени доктора технических наук по специальности 02.00.04-Физическая химия (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 физической химии металлических систем. Полученные автором результаты, несомненно, достоверны и имеют большое практическое, а также теоретическое 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 (ред. от 28.08.2017г.), предъявляемым к докторским диссертациям. Автор работы Норова Муаттар Турдиевна, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Отзыв обсужден на расширенном заседании кафедры «Металлургия»
металлургического факультета Горно-металлургического института
Таджикистана (протокол № 2 от 03 сентября 2020 г.)

Отзыв составили:

профессор кафедры «Геология и нефтегазовые дела»
Горно-металлургического института
Таджикистана, д.т.н.
Докторская диссертация
защищена по специальности
02.00.04-физическая химия

 Разыков З.А.

доцент кафедры «Разработки месторождений
полезных ископаемых»
Горно-металлургического института
Таджикистана, к.т.н.
Кандидатская диссертация защищена по
специальности 02.00.04-физическая химия

 Самадова Г.М.

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

 Саидов Б.И.

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

Подписи Разыкова З.А., Самадовой Г.М. и Саидова Б.И.
заверяю:

Начальник ОК и ОПТ Горно-металлургического
института Таджикистана

 Муминова Д.М.