

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Государственное учреждение
«Научно-исследовательский Институт
металлургии» открытого акционерного
общества «Таджикская алюминиевая
компания» кандидат технических наук



Наимов
Наимов Н.А.

2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Шариповой Хилоле Якубовне на тему: «Физико-механические и химические свойства алюминиево-магниевого сплава АМг2, легированного галлием, индием и таллием», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение (технические науки)».

Актуальность темы диссертации

Среди широко используемых материалов часто встречаются такие, о которых у пользователей нет достаточной информации. Одним из таких материалов являются алюминиево-магниево-сплавы, представляющие собой металлические сплавы на основе алюминия и содержащие небольшое количество легирующих элементов. Как в промышленности, так и в повседневной жизни они занимают очень важное место, что обусловлено их уникальными свойствами и областями применения. В алюминиево-магниево-сплавах содержится до 6% магния. Чем выше его содержание, тем прочнее сплав. Повышение концентрации магния на каждый процент увеличивает предел прочности примерно на 30 МПа, а предел текучести – примерно на 20 МПа. При этом относительное удлинение уменьшается незначительно, оставаясь в пределах 30-35%. Однако при содержании магния свыше 6% механическая структура сплава в нагартованном состоянии приобретает нестабильный характер, ухудшается коррозионная стойкость.

Алюминий и его сплавы применяются практически повсеместно – в быту, производстве, сельском хозяйстве, машиностроении, авиастроении, строительстве. Из них изготавливают различные ёмкости для хранения и

транспортировки, конструкции, детали, а также используют в качестве облицовочного материала.

Из алюминиевых труб и профилей строят различные каркасные конструкции и рамы. Из этого металла изготавливают детали самолётов, вертолётов, автомобилей, морских и речных судов, ракет. В электротехнической промышленности он используется для создания бытовых приборов, электротехнических изделий, проводов и кабелей. Рассмотрим несколько примеров применения алюминия. Исходя из этого, исследование и разработка новых составов сплавов на основе алюминия с высокой коррозионной устойчивостью и другими оптимальными эксплуатационными параметрами являются одним из основных направлений развития электрохимических производств. В свою очередь разработка новых сплавов должна опираться на всестороннюю экспериментальную и теоретическую базу. В связи с этим диссертационная работа Шариповой Х. Я., посвящённая данной проблеме и направленная на выполнение ряда государственных стратегий и программ, является актуальной.

Значимость полученных автором диссертации результатов

Научная значимость работы заключается в следующем:

- Установлены основные закономерности изменения теплоёмкости и термодинамических функций (энтальпии, энтропии и энергии Гиббса) алюминиево-магниевого сплава АМг₂, легированного галлием, индием и таллием, в зависимости от содержания легирующих элементов. Показано, что с повышением температуры и концентрации галлия, индия и таллия значения теплоёмкости, энтальпии и энтропии сплава АМг₂ увеличиваются, тогда как энергия Гиббса уменьшается.
- Металлографическим методом показано, что добавки галлия, индия и таллия (особенно при содержании до 1,0 мас. %) способствуют значительному измельчению структурных составляющих алюминиево-магниевого сплава АМг₂.
- Методом измерения твёрдости по Бринеллю установлено, что добавки индия и таллия до 1,0 мас. % приводят к снижению твёрдости и прочности алюминиево-магниевого сплава АМг₂, тогда как введение галлия, напротив, повышает эти характеристики.

- Методом термогравиметрического анализа установлено, что с увеличением температуры и содержания галлия, индия и таллия в алюминиево-магниевом сплаве АМг2 скорость его окисления незначительно возрастает. Определены закономерности изменения кинетических характеристик процесса окисления сплавов в твёрдом состоянии в воздушной среде.
- Потенциостатическими измерениями в потенциодинамическом режиме (скорость развёртки потенциала 2 мВ/с) показано, что добавки галлия, индия и таллия (до 1,0 мас. %) повышают коррозионную стойкость алюминиево-магниевого сплава АМг2 в среднем на 15%. Установлены закономерности изменения основных коррозионно-электрохимических характеристик (потенциала коррозии, питтингообразования и репассивации) в зависимости от концентрации легирующих компонентов и содержания хлорид-ионов.

Практическая значимость полученных результатов. Выполненные научные исследования послужили основой для разработки состава новых материалов для использования на предприятиях машиностроительной отрасли, которые защищены малым патентом Республики Таджикистан № ТЈ 987 от 19.02.2019 г.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе результатов обеспечиваются системным подходом к исследованиям с привлечением современных стандартизованных экспериментально-аналитических методов испытаний, а также согласованностью полученных данных с литературными источниками и результатами других авторов. Исследования проводились на приборах, прошедших аттестацию. Полученные в рамках диссертационной работы результаты широко обсуждены и опубликованы в рецензируемых журналах, что свидетельствует об их достоверности.

Автором диссертации опубликовано 28 научных работ, из которых 6 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации: «Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение», «Металлург», «Вестник Сибирского государственного индустриального университета», «Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», «Вестник современных исследований» (г. Омск), «Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования». Кроме

того, опубликовано 20 статей в материалах международных и республиканских конференций, а также получен малый патент Республики Таджикистан.

Все результаты, полученные автором, являются новыми, выводы сформулированы аргументированно. Основные положения диссертационной работы отражены в автореферате, а публикации раскрывают их содержание.

Структура и содержание диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав и приложения, изложена на 178 страницах компьютерного набора, включает 65 рисунков, 60 таблиц и 164 библиографических наименования.

Во введении изложены предпосылки и основные проблемы исследования, обоснована актуальность работы, раскрыта структура диссертации.

В первой главе проанализированы результаты исследований отечественных и зарубежных учёных по теме диссертации. Описаны области применения и свойства алюминиевых сплавов, их теплофизические характеристики, особенности окисления и коррозионно-электрохимического поведения в различных средах. На основе выполненного обзора отмечено, что теплофизические свойства отдельных групп сплавов хорошо изучены. Имеются сведения о влиянии температуры и легирующих металлов на их тепловые и теплофизические свойства. Однако в литературе отсутствует информация о термодинамических, кинетических и анодных характеристиках алюминий-магниевого сплава АМг₂, легированного галлием, индием и таллием. На основании проведённого анализа сформулированы задачи работы.

Вторая глава посвящена методике получения сплавов, методике проведения экспериментов, а также результатам исследования структурно-механических, теплофизических и термодинамических функций алюминий-магниевого сплава АМг₂, легированного галлием, индием и таллием. В ней также приведено описание подходов к выбору легирующих элементов и технологии изготовления сплавов.

Металлографическим методом показано, что добавки галлия, индия и таллия, особенно при содержании до 1,0 мас. %, способствуют значительному измельчению структурных составляющих алюминий-магниевого сплава АМг₂. По результатам измерений твёрдости (метод Бринелля) установлено, что добавки галлия и таллия до 1,0 мас. % снижают твёрдость и прочность сплава АМг₂, тогда как добавки индия, напротив, способствуют их увеличению.

Установлено, что с ростом температуры и увеличением содержания легирующих элементов теплоёмкость, энтальпия и энтропия сплава АМг2 возрастают, тогда как значение энергии Гиббса уменьшается. При переходе от сплава АМг2 с галлием к сплавам, содержащим индий и таллий, наблюдается уменьшение теплоёмкости, энтальпии и энтропии, а энергия Гиббса, напротив, возрастает.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям кинетики окисления алюминиево-магниевого сплава АМг2, легированного галлием, индием и таллием. Установлено, что максимальные значения скорости окисления характерны для сплава АМг2 с галлием, а минимальные — для сплава с индием. Показано, что введение легирующих компонентов приводит к увеличению окисляемости исходного алюминиево-магниевого сплава АМг2.

В четвёртой главе представлены результаты потенциостатических исследований анодной устойчивости алюминиево-магниевого сплава АМг2, легированного галлием, индием и таллием.

Исследования коррозионно-электрохимических свойств проводились на потенциостате ПИ-50.1-1 в потенциодинамическом режиме при скорости развёртки потенциала 2 мВ/с с использованием программатора ПР-8 и самописца ЛКД-4. Температура раствора поддерживалась постоянной (20 °С) с помощью термостата МЛШ-8. В качестве электрода сравнения использовался хлоридсеребряный электрод, вспомогательным электродом служила платина.

Установлено, что добавки галлия, индия и таллия до 1,0 мас. % к исходному сплаву АМг2 во всех исследованных средах NaCl смещают потенциалы свободной коррозии, репассивации и питтингообразования в положительную область значений, повышая тем самым коррозионную стойкость сплава. По значениям скорости коррозии установлено, что добавки элементов подгруппы галлия в указанных пределах способствуют снижению скорости и плотности тока коррозии сплава АМг2 в среднем на 15 %.

В заключении по результатам проведённых исследований автором сформулированы основные выводы диссертационной работы. Выводы полно отражают содержание исследования и систематизируют полученные результаты.

В приложении к диссертации представлены копии патента Республики Таджикистан № ТЈ 987.

Диссертационная работа Шариповой Х. Я. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу; основные положения, выводы и рекомендации являются логичными и достаточно хорошо аргументированными.

К работе имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертационной работы не приведены соответствующие пояснения, по какой причине были выбраны используемые легирующие элементы для повышения коррозионной стойкости алюминиево-магниевого сплава АМг2.
2. В тексте диссертации много повторов; часть из них можно было убрать для удобства чтения и восприятия информации. Один раз введённое обозначение АМг2 можно было далее не повторять.
3. В диссертации не представлены результаты химического анализа компонентного состава сплава АМг2 с галлием, индием и таллием.
4. Слишком кратко изложены результаты микроструктурного анализа сплава АМг2 с галлием, индием и таллием.
5. Не представлены данные или расчёты по увеличению экономических затрат при изготовлении продукции с применением данного способа модифицирования алюминиево-магниевого сплава АМг2.
6. В изложении материала встречаются грамматические ошибки (стр. 17; 32; 49; 75 и др.).

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы, выполненной на высоком научном уровне.

Заключение

Диссертационная работа Шариповой Хилоле Якубовне: «Физико-механические и химические свойства алюминиево-магниевого сплава АМг2, легированного галлием, индием и таллием» по актуальности, научной новизне, практической и теоретической значимости отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение (технические науки)», и соответствует положениям «О порядке присуждения учёных степеней», утверждённым ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Результаты, опубликованные в рецензируемых научных журналах, отражают содержание работы в полном объёме. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Работа содержит новые знания и научно обоснованные технические решения, внедрение которых внесёт существенный вклад в развитие экономики страны в сфере материалов машиностроительного и другого назначения. Автор диссертационной работы Шарипова Хилола Якубовна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение (технические науки)».

Отзыв заслушан и утверждён на заседании Научно-технического совета Государственного учреждения «Научно-исследовательский институт металлургии» открытого акционерного общества «Таджикская алюминиевая компания», протокол №12 от «19» ноября 2025 г.

Председатель заседания:

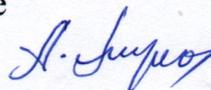
✓ Директор ГУ «НИИМ»
ОАО «ТАЛКО», к.т.н.



Наимов Н.А.

Эксперт:

Заместитель директора по научной работе
ГУ «НИИМ» ОАО «ТАЛКО», д.т.н.



Муродиён А.Ш.

Секретарь заседания:

Учёный секретарь ГУ «НИИМ»
ОАО «ТАЛКО», к.т.н.



Хамраев Н.Х.

Адрес: 734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Х. Хакимзаде, 17. E-mail: inmet.talko@mail.ru Телефон: (+992)37 224 26 20, 44 600 39 01

Подлинность подписей к.т.н. Наимова Н.А., д.т.н. Муродиёна А.Ш., и к.т.н. Хамраева Н.Х. заверяю:

Заведующий сектором научно-технического
сотрудничества и учёта кадров
ГУ «НИИМ» ОАО «ТАЛКО»



Шарипов З.Х.