

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Олимова Насруддина Солиховича на тему «Особенности окисления расплавов элементов подгруппы кремния с алюминием и щелочноземельными металлами и свойства их сплавов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17-Материаловедение (технические науки)

Актуальность темы исследования. Глубокое изучение физико-химических и коррозионных представлений о металлах и сплавах открывает широкие возможности в разработке новых металлических материалов для современной техники, обладающих особыми свойствами. Требования к металлическим материалам становятся настолько высоки, что старый, чисто классический металлургический подход к их изучению и созданию новых материалов не может быть использован. Поэтому в изучение металлов, сплавов и металлических соединений все больше внедряются физико-химические и механические теории, коррозионно-электрохимические и физико-химические методы исследования. Актуальность тематики исследования целесообразно требует необходимою проведения комплексного исследования для расширения областей применения алюминиевых сплавов, что требует систематического исследования их свойства и разработке состава новых сплавов с улучшенными эксплуатационными и технологическими свойствами. Исходя из вышеизложенного изучения влияния легирующих элементов на процесс окисления алюминия с легирующих элементов представляет, как теоретический, так и практический интерес.

Цель работы заключается в установлении кинетических и энергетических характеристик процесса окисления расплавов элементов подгруппы кремния с алюминием, щелочноземельными металлами,

особенностей их электрохимического поведения и теплофизических свойств и разработке сплавов на их основе.

Задачи исследования:

- установление кинетические и энергетические характеристики процесса окисления расплавов элементов подгруппы кремния с алюминием и щелочноземельными металлами;

- изучение продукты окисления расплавов элементов подгруппы кремния с ЩЗМ и алюминием и определение механизмы их окисления;

- изучение температурную зависимость теплофизических свойств и изменений анодных характеристик алюминиевого сплава АК9 с ЩЗМ;

- установление температурную зависимость теплоемкости и изменений термодинамических функций, особенностей окисления и анодных свойств алюминиевого сплава АК9, модифицированного щелочноземельными металлами, и разработке новых композиции сплавов с улучшенными характеристиками на его основе;

- определение оптимальных добавок стронция как модификатора промышленных силуминов и бериллия в качестве легирующего элемента к алюминиево-стронциевым лигатурам;

- выбор составов сплава на основе бария, отличающихся минимальной скоростью окисления, и внедрение их в промышленность.

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представляется к защите:

Диссертационная работа Олимова Н.С. соответствует формуле специальности 2.6.17–материаловедение раздел науки и техники, занимающаяся разработкой новых материалов с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния состава, структуры, технологии, а также эксплуатационных и других факторов на свойства материалов.

Научный аспект работы наиболее полно отражен в положениях, выносимых на защиту. Отметим лишь основные и принципиально важные

для *научной специальности 2.6.17* (согласно пунктам 1; 2; 3, 4; 10, 16), по которой выполнена диссертация:

П.1. Разработка новых металлических материалов: состав, структуры, технологии, а также эксплуатационных и иных факторов на функциональные свойства материалов:

разработаны оптимальные добавки стронция как модификатора промышленных силуминов и бериллия в качестве легирующего элемента к алюминиево-стронциевым лигатурам; разработаны составы сплавов на основе бария, отличающихся минимальной скоростью окисления, и внедрены их в промышленность.

П.2. Установление закономерностей физико-химических процессов, происходящих в гетерогенных и композиционных структурах:

методами массогравиметрии, ИКС и РФА исследована кинетика окисления расплавов систем Al - Si (Ge, Sn) кислородом газовой фазы. Показано, что окисление протекает по параболическому закону. Истинная скорость окисления имеет порядок 10^{-4} кг · м⁻² · сек⁻¹. Кажущаяся энергия окисления, в зависимости от состава, составляет для сплавов систем: Al - Si 51,08 – 175,90 кДж/ моль; Al - Ge 34, 54 – 200,13 кДж/моль, Al - Sn 34,70-74,48 кДж/моль.

П.3. Разработка научных основ выбора металлических материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления металлических конструкций:

методами ИКС и РФА идентифицированы продукты окисления расплавов систем ЦЗМ- Si и показано, что формирующийся защитный слой состоит из оксидов сложного состава ЦЗМ Si₂O₅, Ca₂SiO₄, Sr₂SiO₄, SrSiO₃, BaSiO₃, а также простых ЦЗМО и SiO₂. Продукты окисления сплавов систем ЦЗМ- Ge состоят из следующих оксидов: ЦЗМ GeO₃, CaGe₄O₉, Sr₂Ge₂O₅, BaGe₄O₉, ЦЗМО и GeO₂.

П.4. Разработка физико-химических процессов формирования новых металлических материалов:

в режиме «охлаждения» исследованы температурные зависимости

теплоемкости, коэффициенты теплоотдачи и изменений термодинамических функций (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса) алюминиевого сплава АК9, модифицированного щелочноземельными металлами. Проведенные исследования показали, что с ростом температуры удельная теплоемкость, энтальпия и энтропия сплавов увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается. Добавки ЩЗМ к сплаву АК9 увеличивают его теплоемкость. Теплоемкость сплавов до температуры 600К, при переходе от сплавов с кальцием к сплавам со стронцием растёт, далее к сплавам с барием – уменьшается. В интервале температуры 600-800К от сплавов с кальцием к сплавам с барием наблюдается рост теплоемкости.

П.10. Разработка способов повышения коррозионной стойкости металлических материалов в различных условиях эксплуатации:

потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки потенциала 2 мВ/с исследовано анодное поведение сплава АК9, модифицированного щелочноземельными металлами, в среде электролита 0,03; 0,3 и 3,0%-ного NaCl. Исследования свидетельствуют, что в первые минуты погружения сплава в раствор электролита NaCl происходит резкое смещение потенциала в положительную область. У сплавов с ЩЗМ стабилизация потенциала коррозии наблюдается в течение 30-40 мин. Так, после одного часа выдержки в среде электролита 0,3%-ного NaCl, потенциал свободной коррозии нелегированного сплава АК9 составляет (-0,580 В), а у сплава АК9, содержащего 1,0% кальция (-0,435 В).

П.16. Создание металлических материалов в экстремальных условиях: агрессивные коррозионные среды:

результаты показывают, что добавки ЩЗМ в пределах 0,01-1,0% способствуют смещению потенциала свободной коррозии, питтингообразования и репассивации изученных сплавов в положительную область. Подобная тенденция имеет место во всех трех исследованных средах 0,03; 0,3 и 3,0%-ного NaCl.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертационная работа Олимова Н.С. состоит из введения, общая характеристика работы, обзора литературы, экспериментальные результаты исследований, заключение, списка использованной литературы и приложения. Работа изложена на 323 страниц компьютерного набора, включая 151 рисунок, 92 таблицу и 170 наименование литературных источников. В приложении диссертации приведены копии патентов Республики Таджикистан, которые получены автором на составы разработанных сплавов и соответствующие акты внедрения результатов.

Научная новизна исследования:

- показано, что окисление протекает, в основном, по параболическому закону, с диффузионными затруднениями. Определены кинетические и энергетические характеристики процесса окисления расплавов в полном концентрационном интервале. Установлено уменьшение величины кажущейся энергии активации окисления при переходе от сплавов с кремнием к олову и, тем самым, росту истинной скорости окисления у сплавов. Идентифицированы продукты окисления расплавов систем Al-Si, Al-Ge и Al-Sn и определена их роль в процессе окисления.

- установлено, что процессы окисления расплавов ЦЗМ с кремнием и германием протекают, в основном, по параболическому закону, с диффузионными затруднениями. Найдены концентрационные зависимости характеристик процесса окисления расплавов систем ЦЗМ – Si (Ge). Изучены продукты окисления расплавов систем ЦЗМ - Si (Ge), определена их роль в процессе окисления.

- получены математические модели температурных зависимостей теплоемкости и термодинамических функций (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса) для алюминиевого сплава АК9 с ЦЗМ.

- определены энергетические и кинетические характеристики процесса окисления алюминиевого сплава АК9 с ЦЗМ и показано, что окисление сплавов подчиняется гиперболическим уравнениям. Расшифрованы

продукты окисления сплавов и показана их роль в формировании механизма их окисления.

- установлены основные электрохимические параметры процесса коррозии алюминиевого сплава АК9 с ЦЗМ и влияние концентрации хлорид-иона на скорость коррозии сплавов и анодный механизм процесса.

Практическая ценность исследования. Разработана и внедрена состав и технология получения сплавов на основе бария, легированных алюминием и кремнием в условиях Исфаринского предприятия «Тамохуш» Республики Таджикистан. Разработана технология получения порошкового сплава «Альба» определенного гранулометрического состава, устойчивого к окислению. Установлено температурной зависимости теплоемкости, коэффициента теплоотдачи и термодинамических функций алюминиевого сплава АК9 с ЦЗМ, которые пополняют страницы соответствующих справочников. Разработана технология получения порошкового сплава определенного гранулометрического состава, устойчивого к окислению и передаче ее предприятию п/я Ф-7734 (Российская Федерация). Разработан состав новых сплавов, которые защищены малыми патентами Республики Таджикистан № ТЈ519 от 2012г; № ТЈ694 от 2015г; № ТЈ1079 от 2020г; № ТЈ1081 от 2020г; № ТЈ1262 от 2022г; № ТЈ1320 от 2022г.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задачи исследования, проведение анализа литературных данных по теме диссертации, интерпретация и обработке экспериментальных результатов исследований, формулировке выводов диссертации. Все экспериментальные данные, включенные в диссертацию, получены лично соискателем или при его непосредственном участии, оформлены в виде публикаций.

По теме диссертации опубликованы 60 публикаций, из которых 3 монографии, 19 статей, опубликованных в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, из них 7 статей в изданиях, входящих в базы данных SCOPUS. Получено 6 малых патентов Республики Таджикистан.

Достоверность диссертационных результатов. Достоверность результатов исследований обеспечена современными методами исследований и приборов, качественным соответствием полученных диссертационных результатов с имеющимися в литературе экспериментальными данными и теоретическими представлениями. Математическая и статистическая обработка экспериментальных результатов выполнялась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Заключение, сформулированные Олимовым Н.С. вполне соответствуют основным положениям диссертации и вносят определённый вклад в развитии металлургии, материаловедении и машиностроительной промышленности.

По работе имеются следующие замечания:

1. На некоторых штрих-дифрактограммы продуктов окисления расплавов и кинетических кривых окисления сплавов масштабные отметки отсутствуют или плохо видны.
2. Из автореферата не видна целесообразность и области применения полуфабрикатов из группы литейных алюминиевых сплавов.
3. Новые алюминиевые сплавы с щелочноземельными металлами по литейным характеристикам автор сравнивает с силуминами, однако не указываются условия проведения экспериментов на жидко текучесть и горяч ломкость (степень перегрева расплава и др.).
4. В автореферате отсутствует информация о возможности дополнительного упрочнения твердого раствора в сплавах типа «эвтектические композиты».

Отмеченные замечания, возникшие в ходе ознакомления с диссертации, не влияют на оценки результаты диссертации.

Заключение

Публикации автора отражают содержание диссертационной работы, которая опубликована в научных рецензируемых журналах и апробирована в ходе выступлений соискателя на международных и республиканских конференциях.

Диссертационная работа Олимова Насрулдина Солиховича на тему «Особенности окисления расплавов элементов подгруппы кремния с алюминием и щелочноземельными металлами и свойства их сплавов» полностью соответствует критериям п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительство РФ от 24.09.2013, № 842), предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени доктора технических наук, а ее автор Олимов Н.С. заслуживает присуждения ему искомой ученой степени по специальности 2.6.17-Материаловедение (технические науки).

**Официальный оппонент:
Доктор технических наук,
профессор, ректор Таджикского
государственного университета
коммерции**



Назарода Х.Х.

Адрес: Республика Таджикистан
734061. г.Душанбе, ул Дехоти 1/2
Таджикский государственный
университет коммерции
Моб.Тел.:(+992) 777 07 65 00
E-mail: nazarov-h2013@mail.ru

Подпись официального оппонента
д.т.н. Назарода Х.Х. заверяю:
Начальник отдела кадров и
специальных работ ТГУК

« 12 » « 03 » 2026 г.



Пирзода С.С.