

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу **Рахимова Фируза Акбаровича** выполненную на тему: «Физико-химические свойства сплава Zn5Al с хромом, марганцем и молибденом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия (технические науки)

Оценка актуальности темы диссертационного исследования. Цинк-алюминиевые сплавы широко используются в различных областях техники. В последнее время данные сплавы стали применять в качестве анодных защитных покрытий стальных изделий, конструкций и сооружений. В литературе и в сети интернета встречаются различные модификации сплавов, легированных третьим элементом. Наиболее известные из них, это сплавы Zn5Al и Zn55Al, известные под рыночными марками Гальфан-І и Гальфан-ІІ.

Следует отметить, что объектом диссертационной работы Рахимова Ф.А. являются именно вышеназванная группа сплавов, которые по многим критериям считаются перспективными для создания новых групп многокомпонентных сплавов, что и определяет актуальность темы и важность объекта исследований. Разработка новых сплавов в свою очередь требует проведение систематических исследований их физико-химических свойств.

В рамках данной диссертационной работы для улучшения физико-химические свойства сплава Zn5Al (Гальфан-І) в качестве легирующего компонента диссертантом выбраны переходные металлы, а именно хром, марганец и молибден. С практической точки зрения это правильно, так как основной проблемой синтеза сплавов богатых цинком является их химическая активность при высоких температурах и в различных агрессивных средах.

На основе анализа литературных данных автором сформулирована цель и задачи исследования. Для решения поставленной задачи диссидентом исследованы тепловые и термодинамические свойства, кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплава Zn5Al, легированного

хромом, марганцем, молибденом и изучены их электрохимическое поведение в кислых, нейтральных и щелочных средах.

Общие принципы построения и структура работы

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, 4 глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 140 страницах компьютерного набора, включает 45 таблиц, 75 рисунка. Список литературы включает 131 наименование.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, отражены их научная и практическая значимость.

В первой главе описаны тепловые и термодинамические характеристики цинка, алюминия, хрома, марганца, молибдена и цинк-алюминиевых сплавов, структурные составляющие и фазы в оксидных плёнках на основе цинк-алюминиевых сплавов, особенности кинетики высокотемпературного окисления цинка и его сплавов, анодное поведение цинка и покрытий на его основе в различных средах. Сделано обобщенное заключение и составлены задачи диссертационной работы.

В второй главе приведены результаты исследования температурной зависимости теплоёмкости и изменений термодинамических функций сплава Zn5Al, легированного хромом, марганцем и молибденом. В режиме «охлаждения» изучена температурная зависимость скорости охлаждения сплавов во времени и удельная теплоемкость сплавов. Используя интегралы от молярной теплоемкости сплавов, рассчитаны их термодинамические функции энталпия, энтропия и энергия Гиббса.

В третьей главе работы представлены результаты исследования кинетики окисления сплавов Zn5Al-Cr, Zn5Al-Mn и Zn5Al-Mo. Соискателем выявлены кинетические и энергетические характеристики процесса окисления сплавов. Также проведены исследования продуктов окисления сплавов, которые расшифрованы методом РФА. С помощью сканирующего электронного микроскопа SEM получены микроструктуры сплавов при различных увеличениях. Выполнен химический анализ состава сплавов с

помощью данного прибора.

В четвертой главе диссертации представлены результаты исследования физико-химических процессов повышения анодной устойчивости сплавов, что является очень важным, так как разработанные автором сплавы предназначены в качестве защитных покрытий и знание их анодного поведения представляет научный и практический интерес. Именно на основе данных исследований диссидентом оптимизированы составы сплавов, которые защищены двумя малыми патентами Республики Таджикистан. Впервые исследования анодного поведения цинк-алюминиевых сплавов с хромом, марганцем и молибденом выполнены в широком интервале pH и представляют интерес для широкого круга исследователей и производственников.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций сформулированных в диссертации

В диссертации Рахимова Ф.А. можно выделить следующие основные научные положения, которые в значительной степени были решены впервые:

- экспериментально установлены температурная зависимость теплоёмкости и термодинамические функции (энталпия, энтропия, энергия Гиббса) сплава Zn5Al с хромом, марганцем и молибденом. Показано изменение указанных свойств цинк-алюминиевых сплавов от содержания легирующих металлов;
- установлено, что окисление сплава Zn5Al, легированного хромом, марганцем и молибденом, в твердом состоянии подчиняются формально-кинетическому закону - гиперболе с истинной скоростью окисления порядка 10^{-4} кг·м⁻²·сек⁻¹. Выявлены изменения кинетических и энергетических характеристик процесса окисления сплавов при переходе от сплавов с хромом к сплавам с молибденом;
- определены изменения основных электрохимических параметров и скорости коррозии исследованных сплавов, в кислой, нейтральной и щелочной средах. Показано, что добавки хрома, марганца и молибдена до 0.05 мас.%, в 2-3 раза повышают анодную устойчивость базового сплава Zn5Al.

Диссертация Рахимова Ф.А. написана профессионально и чётко, приведённые в ней результаты в виде таблиц и рисунков, позволяют наглядно

вникнуть в суть обсуждаемых результатов. Выводы по работе достаточно полны и правильно отражают основное содержание работы.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность результатов не вызывает сомнений, так как исследования проводились микрорентгеноспектральным (сканирующий электронный микроскоп SEM серии AIS 2100), потенциостатическим (потенциостат ПИ-50.1.1), металлографическим (микроскоп SEM), рентгенофазовым (ДРОН-3.0) и термогравиметрическим методами. Достоверность результатов получены современными методами исследования структуры и свойств материалов. Несомненным преимуществом диссертации Рахимова Ф.А. являются новые экспериментальные результаты и их квалификационное обсуждение. Диссертация является завершенным научным исследованием, решение поставленных задач привело автору к разработке физико-химических основ синтеза новых сплавов цинка с алюминием и переходными металлами, разработке способов повышения их анодной устойчивости.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов очевидны, поскольку полученные результаты реализованы в виде разработки новых анодных сплавов, которые защищены 2 малыми патентами Республики Таджикистан. Теоретические выводы автора о физико-химических свойствах цинк-алюминиевых сплавов опубликованы в соответствующих ведущих научных журналах и прошли научную апробацию на международных и республиканских конференциях и симпозиумах.

По результатам исследований опубликовано 12 научных работ, из них 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации и 7 статей в материалах международных и республиканских конференций.

Диссертация Рахимова Ф.А. в целом соответствует пунктам 1, 2, 5, 7 ***паспорту специальности*** 02.00.04 – Физическая химия (технические науки), которые отражены в главах 2-4 работы.

Замечания по диссертационной работе

1. В главе 2 представлены результаты исследования тепловых свойств и термодинамических функций сплава Zn5Al с хромом, марганцем и молибденом. Результаты получены обработкой кривых в режиме «охлаждения». Для обоснования выбора метода «охлаждения» автор ссылается на литературные данные, полученные другими авторами аналогичным методом и при этом эти данные не сопоставляет с данными полученными другими методами, в частности в режиме «нагрева».
2. Представленные результаты расчёта термодинамических функций сплавов приведены в интервале температуры 300-600 К. Однако комментируются как абсолютное значение, полученное при конкретных температурах. На самом деле речь идет об их изменении в интервале температуры.
3. В главе 3 представлены результаты исследования кинетики окисления сплавов термогравиметрическим методом. Полученные в результате окисления сплавов продукты исследованы только методом РФА. Следовало также применять и другие методы изучения для расшифровки фазового состава оксидов.

Отмеченные замечания носят рекомендательный характер и не снижают высокий научный уровень и, в целом, положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Рахимова Ф.А. «Физико-химические свойства сплава Zn5Al с хромом, марганцем и молибденом», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия, содержит новые научные и практические результаты и положения, обладает внутренним единством, написана самостоятельно и свидетельствует о личном вкладе её автора в физическую химию металлических многокомпонентных сплавов.

Основные научные результаты диссертационной работы Рахимова Ф.А. опубликованы в рецензируемых научных изданиях и полученных 2-х патентах, что соответствует требованиям пункта 11 «Положения о присуждении учёных

степеней».

В диссертационной работе Рахимова Ф.А. цитирование на других авторов оформлены корректно, ссылки на соавторов оформлены в соответствии с критериями, установленными пунктом 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертационная работа «Физико-химические свойства сплава Zn5Al с хромом, марганцем и молибденом» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи в области физикохимии сплавов, имеющей существенное значение для физической химии металлических материалов, что соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842, а её автор - Рахимов Фируз Акбарович - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия.

Официальный оппонент,

доктор технических наук, доцент

кафедры «Теплотехника и теплоэнергетика»

Таджикского технического университета

имени академика М.С. Осими


Зарипова М.А.



Адрес: 734042, Душанбе, ул. академиков Раджабовых, 10. Таджикский

технический университет им. акад. М.С. Осими

Телефон: +992 93-181-57-11,

E-mail: mohira.zaripova@list.ru

Подпись д.т.н., доцент Зариповой М.А. *затвержено:*

Начальник ОК и СР ТТУ им. М.С. Осими



Шарипова Д.А.