



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН  
ТАДЖИКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ САДРИДДИН АЙНИ

734003 ш. Душанбе  
хиёбони Рӯдакӣ,

Тел: +992 (37) 224-13-83  
e-mail: info@tgpu.tj

734003 г. Душанбе  
проспект Рудаки, 121

12.12.2022 № 03/2125

«Утверждаю»

Ректор Таджикского государственного  
педагогического университета им. С.Айни  
д.и.н., профессор Ибодуллозода А.И.

2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Абдухоликовой Парвины Носировны на тему: «Свойства цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного галлием, индием и таллием», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение

**Актуальность темы диссертации.** Цинк и его сплавы используются во многих отраслях промышленности. Изделия из этих сплавов эксплуатируются в условиях воздействия природных и искусственных сред, агрессивность которых определяется целым рядом факторов. Агрессивность коррозионной среды определяется его химическим составом, концентрацией, температурой, электропроводностью и скоростью потока. Цинк и его сплавы высокую коррозионную стойкость проявляют в интервале  $pH = 6-12$ . Это область, при которой на поверхности цинка образуется стабильный гидроксид  $Zn(OH)_2$ . При других значениях  $pH$  среды скорость коррозии

цинка значительно увеличивается в результате неустойчивости пассивирующей плёнки  $Zn(OH)_2$ , растворения её и цинка с образованием ионов  $Zn^{2+}$  и  $ZnO_2^{2-}$ .

Особое место занимают цинковые протекторные сплавы. В настоящее время они являются незаменимыми для целого ряда сложных и дорогостоящих конструкций практически во всех развитых странах. Благодаря своим отличительным свойствам, которых не имеют другие протекторные материалы (сплавы на основе магния, алюминия, марганца), цинковые протекторные сплавы применяются в качестве протекторов для защиты от коррозии в морской, пластовой, подтоварной и других природных средах внутренней поверхности взрывопожароопасных помещений - танкеров и цистерн нефтеналивных судов, топливно-балластных цистерн судов всех назначений, нефтерезервуаров, судовых трубопроводов и систем, магистральных подземных нефтяных и газовых трубопроводов, ограниченных объемов и полостей, различных герметичных объемов, где не допускается накопление водорода и других конструкций.

Цинк-алюминиевые сплавы серии ЦАМ отличаются хорошей сопротивляемостью к коррозии. Хотя обязательным условием при этом должно быть предварительное нанесение на их поверхность гальванических покрытий. Эти сплавы активно взаимодействуют с большинством кислот и щелочей.

В связи с этим, новому сплаву автором присвоена аббревиатура как ЦАМСв4-1-2,5, так как в его составе содержится свинец в количестве 2,5 мас. %. В литературе нет сведений о влиянии добавок галлия, индия и таллия как легирующего компонента на физико-химические свойства сплавов серии ЦАМ.

Целью диссертационной работы является установление температурных зависимостей термодинамических, кинетических и анодных свойств цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного галлием, индием и таллием и разработка состава новых композиций на их основе, которые могут

использоваться в качестве анодного покрытия для защиты от коррозии стальных сооружений, конструкций и изделий.

### **Основное содержание работы**

Диссертационная работа включает введение, четыре главы и приложение, изложена на 140 страницах компьютерного набора, включает 53 рисунка, 41 таблицу, 113 библиографических наименований.

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

**В первой главе** представлен обзор литературных данных о свойствах и областях использования цинка и его сплавов; теплоемкости цинка, алюминия, меди, свинца и элементов подгруппы галлия; особенности высокотемпературного окисления цинка и цинк-алюминиевых сплавов с щелочноземельными металлами; влияние щелочноземельных металлов на анодное поведение цинка и его сплавов. На основе выполненного обзора показано, что теплофизические и термодинамические функции, кинетика окисления, анодное поведение цинка с щелочноземельными металлами хорошо изучены. В связи с отсутствием систематических данных о физико-химических свойствах цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с галлием, индием и таллием, последние были взяты автором в качестве объекта исследования в данной диссертационной работе.

**Во второй главе** приведены результаты исследования теплофизических свойств и изменений термодинамических функций цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с галлием, индием и таллием.

**Третья глава** посвящена экспериментальному исследованию кинетики окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с галлием, индием и таллием.

**В четвертой главе** диссертантом приведены результаты потенциостатического исследования анодной устойчивости цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с галлием, индием и таллием.

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

В заключении сформулированы основные выводы по результатам диссертационной работы, свидетельствующие о решении поставленных перед соискателем задач исследования. Заключительные выводы диссертации, в целом, достоверны и соответствуют полученным результатам и их анализу.

Список цитируемой литературы вполне отражает ситуацию в области исследования. Следует отметить, что список литературы оформлен грамотно, и позволяет получить полное представление о цитируемом источнике.

#### ***Научная новизна исследований.***

Соискателем для цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 установлена зависимость изменений термодинамических характеристик (энтальпия, энтропия и энергия Гиббса) и теплоемкости от температуры и содержания легирующих элементов галлия, индия и таллия. Выявлены зависимости теплоемкости от температуры и определено, что с увеличением температурного режима теплоемкость цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с галлием, индием и таллием увеличивается, а значение энергии Гиббса сплавов уменьшается. С увеличением доли галлия, индия и таллия в цинковом сплаве ЦАМСв4-1-2,5 энтальпия и энтропия сплавов уменьшаются, а энергия Гиббса растёт.

Выявлена зависимость скорости окисления от температуры для исследуемых сплавов. Определено, что при увеличении температурного режима, скорость окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с галлием, индием и таллием, в твердом состоянии, имеют тенденцию к увеличению. Определена константа скорости окисления сплава, составившая  $10^{-4} \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ . Также показано, что цинковый сплав ЦАМСв4-1-2,5 с галлием, индием и таллием окисляется согласно гиперболической закономерности.

Потенциостатическим и потенциодинамическим методами исследования установлено, что в условиях скорости развертки потенциала,

равной 2 мВ/с, коррозионная стойкость исходного цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 возрастает от 10 до 20% при легировании его добавками галлия, индия и таллия в не более 1,0 мас.%. Потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации исходного сплава ЦАМСв4-1-2,5 в этом случае сдвигаются в область положительных значений. При переходе от сплавов с галлием к сплавам с индием и таллием, наблюдается уменьшение скорости коррозии сплавов (для сплавов с 1,0 мас. % добавки).

#### ***Практическая значимость работы.***

Выполненные исследования позволили выявить составы сплавов, отличающихся наименьшей окисляемостью при высоких температурах и подобрать оптимальные концентрации легирующих добавок (галлия, индия и таллия) для повышения коррозионной стойкости исходного цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5.

В целом, на основе проведенных исследований, отдельные составы цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного галлием, индием и таллием, защищены 5 малыми патентами Республики Таджикистан.

#### ***Публикации.***

По результатам исследований опубликовано 20 научных работ, из них 4 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и 11 статей в материалах международных и республиканских конференций. Также получено 5 малых патента Республики Таджикистан.

#### ***Рекомендации по практическому использованию результатов.***

1. На основании проведенных физико-химических исследований, научно обоснованы границы областей легирования галлием, индием и таллием цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5. В частности, показано, что оптимальное количество легирующих элементов галлия, индия и таллия в сплаве ЦАМСв4-1-2,5 соответствует концентрации 0,05–1,0% по массе. Сплавы с галлием имеют самый низкий показатель коррозии.

2. Разработанные сплавы и способы их получения рекомендуются для использования промышленным предприятиям, подведомственным Министерству промышленности и новых технологий Российской Федерации и Республики Таджикистан.

3. Опытные партии новых сплавов могут производиться на базе Государственного научного учреждения «Центр по исследованию инновационных технологий» при Национальной академии наук Таджикистана с целью поставки заинтересованным предприятиям и ведомствам.

***По диссертационной работе имеются следующие замечания:***

1. Автору можно было не рассматривать в литературном обзоре коррозионно-электрохимические свойства цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с ЩЗМ (стр.30), так как ЩЗМ не входят в число объектов исследования в диссертационной работе. Это несколько сократило бы объем диссертации.

2. Автор рассматривает анодное поведение цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного галлием (стр.95), индием (стр.101) и таллием (стр.105) отдельно. Было бы лучше наглядно рассмотреть их вместе. Тогда было бы более наглядно продемонстрировано сходство или различие в электрохимических свойствах сплавов, легированного галлием, индием и таллием при одинаковых концентрациях.

3. Аналогично можно было бы рассмотреть электрохимические характеристики цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного элементами подгруппы галлия. Сопоставление скорости коррозии при одинаковых концентрациях легирующих металлов в сплавах и в одинаковых концентрациях растворов хлорида натрия позволило бы наглядно показать различие в скоростях коррозии цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного галлием (стр.99), индием (стр.105) и таллием (стр.109) и связать это различие со строением электронных оболочек атомов галлия, индия и таллия.

4. Автор, в качестве количества вещества, при определении теплоемкости использует понятие «молярная масса сплава». Но непонятно, как автор считал молярную массу сплава. Сплавы не имеют обычной химической формулы, характерной для соединений химических элементов. Они, чаще всего, не являются соединениями постоянного состава. Поэтому для сплавов используют в расчетах понятие «моль, атом». Эта величина учитывает атомную долю, которую вносит каждый металл в формулу металлического соединения или сплава.

5. Работа хорошо оформлена и иллюстрирована большим количеством рисунков. Тем не менее, встречаются стилистические погрешности и опечатки, несогласование приведенных данных (стр. 33; 37; 50; 70 и др.).

Следует отметить, что данные замечания не умаляют достаточно высокий уровень диссертационной работы. Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы и некоторые из них имеют рекомендательный характер и являются напутствием для дальнейшего исследования в данном направлении.

Диссертация Абдухоликовой Парвины Носировны представляет собой законченную научно – исследовательскую работу. Основное содержание работы отражено в авторских публикациях и изложено в автореферате.


Основные выводы работы обоснованы, исследования выполнены с применением современных экспериментальных и вычислительных методов.

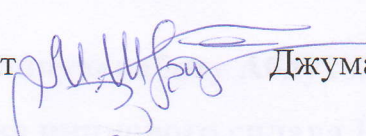
### ***Заключение***

Диссертационная работа Абдухоликовой Парвины Носировны является законченной научно-квалификационной работой. На основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области материаловедения. Большой экспериментальный и расчётный материал, новизна научных положений и выводы, представленные в работе, дают основание считать, что диссертационная работа Абдухоликовой

Парвины Носировны на тему: «Свойства цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного галлием, индием и таллием» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а её автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Отзыв обсужден и подтвержден на заседании кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического университета им. С.Айни протоколом № 5 от «9» декабря 2022 года.

Председатель, кандидат химических наук,  
заведующий кафедрой «Общей и неорганической  
химии» Таджикского государственного  
педагогического университета им. С.Айни, доцент  Низомов И. М.

Эксперт, кандидат химических наук, доцент  Джумаев М. Т.

Секретарь, к.п.н., и.о. доцента  Файзуллоева М.

Адрес: 734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 121,  
Таджикский государственный педагогический университет им. С.Айни  
Тел.: +992 (37) 224-13-83. E-mail: [Isokhon@mail.ru](mailto:Isokhon@mail.ru).

Подлинность подписей к.х.н., доц. Низомова И.М., к.х.н., доц. Джумаева М.  
Т и к.п.н., и.о. доцента Файзуллоевой М., **заверяю:**

Начальник управления кадров  
и особого отдела ТГПУ им. С. Айни



Мустафозода А.