

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Алиевой Лолы Зухурбековны на тему: «Физико-химические свойства цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 с литием, натрием и калием », представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки)

**Актуальность темы.** Примерно 30 % цинкового проката составляют цинковые листы общего назначения, которые подразделяются по толщине на четыре группы: 0,15 – 0,4 мм; 0,5 – 0,9 мм; 1,0 – 1,2 мм; 1,5 мм и более. Цинковые листы используют при изготовлении химических источников тока, оцинкованной посуды и др. Из цинковых листов изготавливают печатные формы к ротационным машинам в полиграфической промышленности. Цинковые аноды применяют для оцинкования деталей гальваническим способом. Большое количество цинковых листов расходуется в строительстве на кровельные покрытия, на изготовление труб, сточных желобов. Наиболее широкое распространение цинк получил в качестве покрытия для предотвращения коррозии железа и сплавов на его основе (сталей). Для этой цели расходуется до 50% получаемого промышленностью цинка. Цинкованные - это нанесение цинка или его сплавов на поверхность металлического изделия применяется для защиты от коррозии стальных листов, проволоки, ленты, крепежных деталей, деталей машин и приборов, арматуры и трубопроводов.

Первоначально цинковое покрытие получали методом погружения детали в расплавленный цинк, так называемым горячим методом, который для крупногабаритных изделий, например трубопроводов, не потерял своего значения и в настоящее время. Для получения тонких цинковых покрытий чаще всего применяют электролитическое цинкованные деталей. Оба рассмотренных метода выполнимы только в цеховых условиях.

Для улучшения защитных свойств цинковых покрытий и продления срока их службы поверхность покрытий дополнительно пассивируют



(фосфатируют, хроматируют), промасливают или окрашивают. На основании высоких защитных свойств цинковых покрытий были проделаны работы, направленные на создание способов их нанесения не в цеховых условиях, а на объекте без демонтажа изделий. Были созданы газотермические и другие способы напыления. Хотя их применение позволило резко улучшить свойства покрытий, проблема упрощения нанесения покрытий оставалась не до конца разрешенной в условиях эксплуатации металлоконструкций и изделий. В связи с этим представляло интерес создание способов нанесения цинковых покрытий, по своей простоте и доступности не отличающихся от способов нанесения лакокрасочных материалов.

Цинковый литейный сплав ЦАМ4-1 имеет хорошие механические свойства: предел прочности при растяжении составляет 300 МПа, а относительное удлинение при разрыве - 1 %. Температура плавления - 419,4 °С. Сплав тягуч и устойчив к коррозии, применяется для производства ответственных деталей. Все перечисленные характеристики позволили ЦАМ4-1 получить широкое применение в разного рода производствах.

Согласно ГОСТ 19424-97 содержание свинца в цинке марки ЦЗ достигает 2,0%, кадмия 0,2% и железа 0,1%. Металл такой марки, как известно, является не кондиционным, не находит потребителей и отсюда разработка состава новых сплавов на его основе является *актуальной задачей*. Содержание свинца в цинке и соответственно в сплаве по данным спектрального анализа составляло 2,5мас.%. поэтому аббревиатура данного сплава автором была изменена на ЦАМСв4-1-2,5. Для улучшения характеристики сплавы серии ЦАМ легируются различными добавками. Сплав ЦАМСв4-1-2,5 (4%Al; 1%Cu; 2,5Pb) является литейным и в основном используется для производства отливок, получаемых литьём под давлением, реже – в кокиле и песчаные формы. Из этих сплавов можно получить очень точные по размерам со сложными очертаниями контуров отливки со стенкой толщиной порядка 0,6 мм.

*Цель диссертационной работы* заключается в исследовании влияния



добавок лития, натрия и калия на тепловые, термодинамические, кинетические и анодные свойства цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5 и разработке оптимального состава сплавов, которые предназначены в качестве анодных эффективных антикоррозионных покрытий для защиты металлических конструкций, изделий и сооружений.

Полученные в работах соискателя результаты будут способствовать разработке новых цинковых сплавов для современной техники и успешной их эксплуатации. Отсюда исследования Алиевой Л.З., обобщенные им в диссертационной работе, следует считать весьма актуальными.

**Достоверность результатов, структура, содержание и объем диссертации.**

Диссертационная работа Алиевой Л.З. изложена на 141 страницах компьютерного набора, иллюстрирована 60 рисунками и содержит 38 таблиц. Список литературы включает 138 библиографических наименований.

Диссертация написана так, как это обычно принято для диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук. Она включает в себя обзор литературы, в котором критически рассматриваются в достаточном объеме публикации других исследователей, имеющих отношение к работе, проведенным диссертантом, и четыре главы, в которых представлены собственные исследования диссертанта по теплофизическим и термодинамическим свойствам цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного литием, натрием и калием, кинетике их окисления и электрохимическим свойствам. Заканчивается диссертация выводами.

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

**В первой главе** рассмотрены производство и использование цинка и его сплавов; представлен обзор литературных данных в области теплофизических свойств и теплоёмкости цинка, алюминия, меди, свинца, лития, натрия и калия; структурные составляющие и фазы в оксидных пленках на основе цинк-алюминиевых сплавов; коррозионное и анодное



поведение цинка и покрытий на его основе. На основе выполненного обзора литературы показано, что теплофизические и термодинамические свойства, кинетика окисления, анодное поведение сплавов цинка с алюминием, медью, свинцом и щелочных металлов, не изучены и для них не имеются сведений.

Таким образом, в связи с отсутствием систематических данных о физико-химических свойствах цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного литием, натрием и калием, последний был взят автором в качестве объекта исследования в диссертационной работе.

**Остальные главы диссертации посвящены** экспериментальному исследованию теплоёмкости и термодинамическим функциям, кинетике окисления и электрохимическому поведению цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного литием, натрием и калием.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Автором цинковый сплав ЦАМСв4-1-2,5 с литием, натрием и калием получены в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ (сопротивление шахтное опытное лабораторное) при температуре 650-700 °С. Состав полученных сплавов, которые содержали 0,05-1,0 мас. % литий, натрий и калий контролировалось взвешиванием шихты и полученных сплавов.

В проведенных Алиевой Л.З. исследованиях получены важные научные результаты, среди которых следует отметить следующие:

1. Существенным вкладом автора в науку являются определенные в работах диссертанта на основе экспериментов удельной теплоёмкости и изменений термодинамических функций цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного литием, натрием и калием в зависимости от температуры и концентрации добавки. Выявлены определенные закономерности в изменении теплоёмкости, энтальпии, энтропии и энергии Гиббса сплавов от их состава.

2. Автором установлены значения кинетических характеристик процесса окисления цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, включающего литий,



натрий и калий, в твердом состоянии в широком диапазоне температур и концентраций. Определен механизм процесса окисления сплавов, в основном имеющих гиперболический характер и фазовый состав продуктов окисления, позволяющий понять их роль в окислении легированных сплавов. Установлены закономерности изменения указанных характеристик сплавов от содержания легирующего элемента и температуры. Полученные данные существенно расширяют наши знания об окислении цинковых сплавов и важны для их практического использования.

3. Исследование коррозионно-электрохимического поведения цинкового сплава ЦАМСв4-1-2,5, легированного литием, натрием и калием, автором проводилось в растворе хлорида натрия с концентрацией 0.03%, 0.3 и 3.0%, с помощью потенциостата ПИ-50-1.1 с выходом на программатор ПР-8 и самописцем ЛКД-4. Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянной (20 °С) с помощью термостата МЛШ-8. Электродом сравнения служил хлорид-серебряный, вспомогательным - платиновый электрод.

На основании обширных экспериментальных данных Алиевой Л.З. достаточно обоснована интерпретация полученных результатов в соответствии с постановленной целью и задачами исследования.

**Личный вклад автора** заключается в анализе литературных данных, в постановке и решении задач исследований, проведении экспериментальных исследований в лабораторных условиях, анализе полученных результатов, в формулировке основных положений и выводов диссертации.

**Публикации основных результатов, положений и выводов, приведённых в диссертации.** По теме диссертационной работы опубликованы 15 научных публикаций, из которых 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, получен 2 малых патента Республики Таджикистан. Результаты доложены на большом числе научных конференций и совещаний, хорошо известные научной общественности. Несомненна большая практическая значимость выполненной работы.

**Соответствие автореферата основному содержанию**



## **диссертации и соответствие диссертации заявленной специальности и отрасли наук.**

Структура, содержание, а также оформление списка цитируемой литературы соответствуют ГОСТу Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. -М.: Стандартинформ, 2012».

Диссертационная работа Алиевой Л.З. выполнена на достаточно высоком уровне, на основе экспериментального и теоретического материала. Вместе с тем при знакомстве с диссертационной работой возникли некоторые вопросы, замечания, пожелания:

1. В представленных в диссертации исследованиях большое внимание уделяется зависимостям 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. Это затрудняет чтение текста и оценку полученных результатов, тем более что в различных источниках могут быть представлены диаграммы состояния одних и тех же систем, несколько отличающихся друг от друга.

2. В первой главе диссертации в п. 1.3, приведенный обзор является недостаточным, при имеющейся в литературе много информации по теории окисления металлов и сплавов.

3. При рассмотрении кривых, характеризующих кинетику окисления сплавов, отмечается, что они имеют гиперболический характер, например сплава ЦАМСв4-1-2,5 с литием. Однако, это не совсем так. Гиперболический характер окисления имеет место только до определенной времени выдержки, а затем кривая становится горизонтальной линией, указывающей на то, что дальнейшее окисление с увеличением продолжительности выдержки образца практически не происходит. Соответствующая этому горизонтальная линия может рассматриваться как определенная характеристика сплава.



4. В работе используется множество сокращений, в связи, с этим необходимо было привести список аббревиатур и сокращений.

5. В работе имеются технические ошибки, опечатки и отдельные неточности, касающиеся перевода иностранных фамилий.

Сделанные замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки работы в целом, которую в соответствии с пунктом 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ можно квалифицировать как решение научной проблемы, имеющей важное техническое и технологическое значение для разработки, производства и использования в промышленности цинковых сплавов.

Работы автора выполнены на высоком научном уровне с использованием современных методов физико-химических исследований и специально разработанного с его участием оборудования, обеспечивающего получение значений свойств сплавов при определении их в различных условиях с высокой степенью достоверности. Работа содержит и в большом объеме новые сведения о цинковых сплавах.

#### **Заключение**

Диссертация, представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17- Материаловедение (технические науки) написана Алиевой Л.З. самостоятельно, содержит новые научные и практические результаты и положения, выдвигаемые на публичную защиту, и свидетельствует о личном вкладе автора в материаловедение. Работа отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утв. Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г., №842 (ред. от 28.08.2017 г.).

Основные научные результаты диссертационной работы Алиевой Л.З. опубликованы в рецензируемых научных изданиях (пункт 11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»).

В диссертационной работе Алиевой Л.З. цитирование оформлено корректно, ссылки на авторов, источники заимствования, соавторов



оформлены в соответствии с критериями, установленными пунктом 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Диссертация Алиевой Л.З. представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17- Материаловедения (технические науки), является законченным научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на современном научном и техническом уровне, в котором четко изложены новые научно- обоснованные технические решения в области материаловедения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие технологии литья отливок из цинковых сплавов, что соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Это дает основание считать, что соискатель Алиева Л.З. достойна присуждению учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17- Материаловедение (технические науки).

Автореферат по структуре и содержанию достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

**Официальный оппонент,**

кандидат химических наук, Ведущий научный сотрудник  
Центра исследования и использования возобновляемых  
источников энергии при ГНУ «Физико-технический институт  
им. С.У. Умарова Национальной  
академии наук Таджикистана»

Сафаров Амиршо Гоибович

Адрес: Республика Таджикистан 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/1,  
Моб.тел.: (+992) 985-16-51-64 E-mail: amirsho71@mail.ru  
Телефон: +(992 37) 2258092 E-mail: phti.tajikistan@gmail.com

Подпись официального оппонента к.х.н. Сафаров А.Г. заверяю

Начальник отдела кадров ГНУ «Физико-технический  
институт им. С.У. Умарова  
Национальной академии наук Таджикистана»

Ёрова М.Д.

7.06.2023