

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Одинаевой Насибе Бекмуродовны «Коррозия сплава Zn+0.5%Al с галлием, индием и таллием», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии

**Актуальность темы диссертации.** Изделия, конструкция и сооружения из металла составляют наиболее значительную и ценную часть основных производственных фондов любой промышленно развитой страны, и их защита от коррозии позволяет снизить экономические потери от коррозии и обеспечивает дальнейший технический прогресс.

Известно, что для защиты стали от коррозии разработано несколько типов Zn-Al покрытий и протекторов. Так, в качестве протекторного материала для защиты стальных конструкций от коррозии применяют сплавы на основе цинка, алюминия и магния. Практическое использование протекторных материалов для защиты металлических сооружений от коррозии зависит от особенностей структуры сплавов, состояния поверхности, температуры и свойств самого сплава. Отсюда, разработка новых сплавных анодных покрытий и протекторов путём легирования низкопроцентными компонентами является реальным и эффективным способом повышения коррозионной стойкости материала - изделий. Именно поэтому диссертационная работа Одинаевой Н.Б., посвященная разработке состава новых анодных сплавов цинка с алюминием, галлием, индием и таллием представляет собой актуальное исследование, имеющие научный и практический интерес.

Диссертация Одинаевой Н.Б. соответствует *паспорту специальности 05.17.03-Технология электрохимических процессов и защита от коррозии (химические науки)*. В частности, коррозия и противокоррозионная защита конструкционных материалов; электрохимические, химические, физические и комбинированные методы обработки поверхности материалов и т.д.

Научный аспект работы наиболее полно отражен в положениях, выносимых на защиту. Отметим лишь основные и принципиально важные для специальности **05.17.03**, по которой выполнена диссертация:

- впервые установлены общие закономерности изменения коррозионно-электрохимических характеристик и микроструктуры цинк-алюминиевого сплава  $Zn+0.5\%Al$ , легированного элементами подгруппы галлия. В частности, установлено, что потенциал свободной коррозии, как для нелегированных, так и для легированных сплавов во времени смещается в положительную область по мере выдержки в различных средах электролита  $NaCl$ . Определено, что увеличение концентрации хлорид-иона способствует уменьшению величины потенциала свободной коррозии данных сплавов; выявлено, что потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации цинк-алюминиевого сплава, содержащего 0.01-0.1 мас.% легирующего компонента смещаются в область отрицательных значений, что свидетельствует о повышении коррозионной стойкости сплавов, соответственно в среде 0.03; 0.3 и 3%-ного электролита  $NaCl$ ; установлено, что легирование сплава  $Zn+0.5\%Al$  галлием, индием и таллием (до 0.1 мас.%) способствует уменьшению скорости коррозии сплавов в 2–5 раза, соответственно в нейтральной среде  $NaCl$ ;

- роль природы и концентрации легирующего компонента (Ga, In, Tl) в формировании кинетических и энергетических параметров газофазного окисления кислородом цинк-алюминиевого сплава ( $Zn+0.5\%Al$ ); по данному направлению получен ряд новых результатов; установлен гиперболический закон окисления сплавов; получены данные по значениям эффективной энергии активации процесса окисления сплавов;

- данные о химическом и фазовом составе продуктов окисления  $Zn-Al$  сплавов, прежде всего легированных, особенно при высоких температурах; найден фазовый состав продуктов окисления сплавов и показано, что кинетика их окисления полностью определяется физико-химическими параметрами оксидных фаз и природой добавки.

### ***Степень обоснованности и достоверности основных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации***

Установленные диссертантом научные положения являются новыми и опубликованы в 14 работы и в 5 статей специализированных рецензируемых научных изданиях Республики Таджикистан.

Результаты исследования коррозионно-электрохимического поведения сплава  $Zn+0.5\%Al$  с элементами подгруппы галлия, которые обобщены и представлены в диссертации являются новыми, так как согласно обзору литературы сведения о них не обнаружено. Использование прибора импульсного Потенциостата ПИ-50-1.1 для исследования коррозионно-электрохимических свойств сплавов обеспечивает высокий уровень достоверности полученных результатов.

Выводы, сформулированные Одинаевой Н.Б. вполне соответствуют основным положениям диссертации и вносят определённый вклад в развитии химико-технологических процессов и защиты от коррозии металлических конструкций.

### ***Оценка содержания диссертации, её завершенность***

Диссертационная работа Одинаевой Н.Б. на тему «Коррозия сплава  $Zn+0.5\%Al$  с галлием, индием и таллием» состоит из введения, трёх глав, выводов, списка использованной литературы и приложения. Работа изложена на 121 страниц компьютерного набора, включая 43 рисунков, 29 таблицу и 112 наименований источников литературы. В приложении диссертации приведены копии патента Республики Таджикистан полученного автором по теме диссертации.

***Личный вклад автора*** заключается в анализе литературных данных, нахождении способов и решении поставленных задач, модернизации установки, подготовке и проведении исследований в лабораторных условиях, статистической обработке экспериментальных результатов, формулировке основных положений и выводов диссертации.

### *Научная новизна и значимость работы*

На основе проведённых исследований потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме со скоростью развёртки потенциала 2мВ/с установлено, что добавки элементов подгруппы галлия до 0.1 мас.% в 2-5 раза повышают коррозионную стойкость сплава Zn+0.5%Al используемый при анодной защите от коррозии стальных изделий, конструкций и сооружений. При этом наблюдается смещение потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации сплавов в область отрицательных значений. При переходе от легированных галлием сплавов к сплавам с индием скорость коррозии сплавов уменьшается, а далее к сплавам с таллием несколько растёт, соответственно в электролите NaCl различной концентрации, что в целом согласуется с изменением свойств элементов подгруппы галлия. Сравнение характеристик сплава Zn+0.5%Al, обработанного элементом из подгруппы галлия показывает, что сплавы с индием характеризуются более мелкой структурой, чем сплавы с галлием и таллием. Следовательно, среди легирующих металлов Ga и In являются более эффективными модификаторами структуры сплава Zn+0.5% Al.

Показано, что высокотемпературное окисление сплавов систем Zn-Al-Ga(In,Tl), в твёрдом состоянии подчиняются гиперболическому закону. С ростом температуры и содержания металла из подгруппы галлия в сплаве Zn+0.5%Al скорость окисления незначительно увеличивается. Истинная скорость окисления сплавов имеет порядок  $K \cdot 10^{-4}$ ,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Эффективная энергия активации процесса высокотемпературного окисления сплавов при переходе от сплавов с галлием к сплавам индием увеличивается, а далее к сплавам с таллием уменьшается.

Методом рентгенофазового анализа установлен фазовый состав продуктов окисления сплава Zn+0.5%Al, содержащего элемента из подгруппы галлия, и их роль в формировании механизма процесса окисления сплавов. Определено, что при окислении исследованных сплавов образуются оксиды – ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Tl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Практическая значимость работы.** На основе проведённых исследований установлены оптимальные концентрации галлия, индия и таллия в цинк-алюминиевом сплаве  $Zn+0.5\%Al$ , отличающихся коррозионной стойкостью. Сплавы могут использоваться как эффективный анодный протектор и покрытий для защиты стальных изделий, конструкций и сооружений от коррозионного разрушения.

**Замечания по диссертационной работе:**

1. Исследования продуктов высокотемпературного окисления сплавов диссертантом выполнены методом рентгенофазового анализа, что считается недостаточным. Следовало применять и другие методы физико-химического исследования, например ИК-спектроскопии.
2. Нет данных о коэффициенте теплового термического расширения сплавов, так как эти данные являются важными при работе пары «сталь – протектор» и представляют интерес при проектировании технологии их внедрения.
3. Диссертантом часто используется в форме обобщающих научных заключений термины «уменьшается», «увеличивается», но не объясняется связь между определенными структурными состояниями сплавов.
4. В списке литературы по диссертации встречаются отдельные технические ошибки и ссылки, составленные не по ГОСТу (например, №18, 31, 51, 54-56, 111, 112).
5. Как и любая другая работа, диссертационная работа Одинаевой Н.Б. не лишена грамматических и стилистических ошибок.

Указанные замечания не могут изменить принципиальных результатов работы.

**Структура, оформление диссертации и автореферата.** Структура, содержание и оформление автореферата и диссертации, за исключением небольших погрешностей, соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан «Инструкция о порядке оформления диссертации на соискание ученых степеней доктора философии (PhD), доктора по специальности, кандидата и доктора наук, автореферата и публикаций по теме диссертации».

### ***Возможность практического использования результатов работы***

С практической точки зрения ценность выполненного Одинаевой Н.Б. исследования связана с научным обоснованием выбора легирующего компонента и установлением его оптимальной концентрации, превышение которой снижает коррозионную стойкость защитного протектора на изделиях из чёрных металлов. Новизна данного аспекта работы подтверждена наличием малым патентом Республики Таджикистан № ТТ 793 на составы разработанных сплавов. Результаты исследования могут быть использованы предприятиями подведомственными Министерству промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, Государственном научном учреждении Центра исследования инновационных технологий при АН Республики Таджикистан, ВУЗах металлургического и химического профилей в учебных процессах.

### ***Заключение***

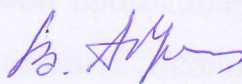
Диссертация Одинаевой Н.Б. на тему «Коррозия сплава  $Zn+0.5\%Al$  с галлием, индием и таллием» является законченной научно-исследовательской работой. В ней на основании самостоятельно выполненных автором экспериментальных исследований решена актуальная научная проблема в области технологии электрохимических процессов и защита от коррозии, связанная с существенным повышением эффективности действия защитных протекторов из сплавов системы  $Zn-Al-Ga(In, Tl)$ .

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

Диссертация Одинаевой Н.Б. соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016г. №505 предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертационной работы – Одинаева Насиба Бекмуродовна – заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

**Официальный оппонент,  
Доктор химических наук, профессор,  
зам. директора по науке и образованию  
Института химии им. В.И. Никитина  
АН Республики Таджикистан**



**В.Д. Абулхаев**

Адрес: 734063, Республика Таджикистан,

г. Душанбе, ул. Айни 299/2

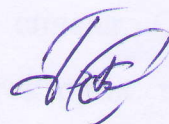
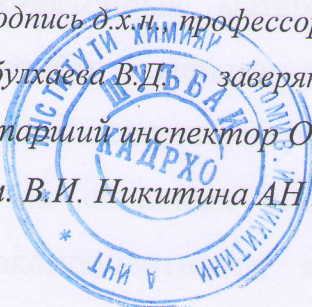
Телефон: 2258098; 918855148, E-mail: abulkhaev-48@mail.ru

Подпись *д.х.н. профессора*

Абулхаева В.Д. *заверяю:*

Старший инспектор ОК Института химии

им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан



**Рахимова Ф.А.**