

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Сироджидинова Муниджона Эркинджоновича на тему «Анодное поведение и окисление сплава Zn55Al, легированного галлием, индием и таллием», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки)

Актуальность темы диссертации. Материальной базой машиностроения в основном служит черная металлургия, производящая стали и чугуны. Роль цинковых покрытий для защиты стали от морской, атмосферной и подземной коррозии в нейтральных растворах солей велика. Однако, дефицит цинка, а также возрастание скорости коррозии цинка из-за загрязнения окружающей среды вызвали интерес к замене цинковых покрытий цинк-алюминиевыми. Существенная экономия цинка при использовании таких покрытий, связанная с более низкой плотностью алюминия, а также их более высокая коррозионная стойкость в различных условиях привели к разработке промышленной технологии получения стального листа с горячим Zn-Al покрытием. Перспективна другая область применения этих покрытий - для защиты стальных труб, используемых в системах вода- и теплоснабжения. В теплообменниках и системах теплоснабжения протекающая вода имеет температуру 80°C, что может приводить к полному закупориванию труб. При использовании стальных и чугунных водопроводных труб необходимо принимать меры к предотвращению понижению скорости внутренней коррозии. В этой связи актуальность темы диссертационного исследования очевидна и не вызывает никаких сомнений.

Целью исследования – анодное поведение и окисления сплава Zn55Al, легированного галлием, индием и таллием.

Объекты и методы исследования – цинк марки ХЧ (гранулированный), алюминий марки А7 и металлический галлий (Ga-00),

индий (In-00) и таллий (Tl-00). Исследование анодного поведения и окисления сплавов проводились микрорентгеноспектральным, потенциостатическим, металлографическим, рентгенофазовым и термогравиметрическим методами.

Этапы исследования. Диссертационное исследование было выполнено в период 2018-2023 гг. по следующим этапам: синтез сплава Zn55Al с галлием, индием и таллием; изучение их коррозионно-электрохимических и физико-химических характеристик; исследование микроструктуры и продукты коррозии исследованных сплавов; внедрение результатов исследований.

Основная информационная и экспериментальная база. Информационной базой диссертационной работы являются научные труды – патенты, монографии, диссертации, периодические научные журналы, материалы симпозиумов, конференций и интернет портал, посвященных цинковым и цинково-алюминиевым сплавам (глубина поиска более 30 лет).

Исследования выполнены с помощью известных приборов: сканирующего электронного микроскопа SEM серии AIS 2100; импульсного потенциостата ПИ-50.1.1; металлографического микроскопа ERGOLUX АМС; термогравиметрических весов и прибора ДРОН-2.0.

Научная новизна исследований. Установлено, что добавки галлия, индия и таллия в пределах 0.01-0.1 мас.% в 2-3 раза повышают анодную устойчивость сплава Zn55Al, в коррозионно-активных средах; наблюдается смещение потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации сплавов в область положительных значений. Установлено, что при переходе от легированных галлием сплавов к сплавам с индием, далее к сплавам с таллием скорость коррозии сплавов несколько растёт от рН коррозионной среды, что в целом согласуется с изменением свойств легирующих элементов в пределах подгруппы; Показано, что характер окисления сплавов систем Zn55Al-Ga(In,Tl) подчиняется гиперболической зависимости; с ростом температуры и содержания металла из подгруппы галлия в сплаве Zn55Al

скорость окисления незначительно увеличивается; истинная скорость окисления сплавов имеет порядок $K \cdot 10^{-4}$ ($\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$). Энергия активации окисляемости сплавов при переходе от сплавов с галлием к сплавам с индием, далее к сплавам с таллием уменьшается. Установлен фазовый состав продуктов окисления сплава Zn55Al с галлием, индием и таллием и их роль в механизме анодного растворения; при окислении исследованных сплавов образуются оксиды – Al_2O_3 , ZnO , Ga_2O_3 , In_2O_3 , Tl_2O_3 , ZnAl_2O_4 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ga}_2\text{O}_3$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{In}_2\text{O}_3$.

Теоретические основы исследований. В диссертации изложены теоретические аспекты исследований: доказательства влияния структуры, фазового состава, температуры, коррозионной среды и концентрации легирующих добавок на анодное поведение и окисление сплава Zn55Al; закономерности изменения параметров высокотемпературной и электрохимической коррозии сплава Zn55Al с галлием, индием и таллием.

Практическая значимость и внедрение результатов работы. На основе выполненных экспериментальных исследований установлены оптимальные концентрации галлия, индия и таллия в сплаве Zn55Al, отличающихся коррозионной стойкостью. Выполненные научные исследования послужили основой для разработки состава новых сплавных покрытий, которые защищены малым патентом Республики Таджикистан ТД № 1116. На предприятии ООО «Нокили ТАЛКО» г. Душанбе по монтажу и прокладке кабельно-проводниковой продукции внедрены новые цинково-алюминиевые сплавы, разработанные в качестве антикоррозионных покрытий стали (с 10 января по 10 марта 2022 года). Результат составляет 9,4 доллара (12 сомон 70 дирам) за 1 м^2 защищаемой поверхности за счет снижения скорости коррозии стальной кабельных лотков в 2-3 раза (имеется акт внедрения).

Диссертация Сироджидинова М.Э. соответствует паспорту научной специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки). В частности, коррозия и противокоррозионная защита конструкционных

материалов; объекты машиностроения и процессы, влияющие на их техническое состояние, установление теоретических закономерностей и создания новых защитных покрытий деталей высокой долговечности и надежности, низкой себестоимости, обладающих конкурентоспособностью на мировом рынке.

Научный аспект работы наиболее полно отражен в положениях, выносимых на защиту. Отметим лишь основные и принципиально важные для специальности 2.6.17, по которой выполнена диссертация:

- экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий. Разработанные сплавы на основе Zn55Al с редкими металлами (Ga, In, Tl), вследствие изучения их анодного поведения и окисления в условиях экспериментальных исследований, целесообразно проявляют существенные эксплуатационные свойства, которые нужны для ускоренного развития современных областей промышленности.

- установление закономерностей физико-химических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах. Установлены закономерности изменения кинетических и анодных характеристик сплава Zn55Al в зависимости от концентрации галлия, индия и таллия, коррозионно-активной среды, температуры, особенностей структуры и состояния поверхности сплавов, природы и свойства компонентов состава;

- разработка новых материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатаций. Новый состав сплава Zn55Al внедрен на ООО «Нокии ТАЛКо (кабельный завод)» в городе Душанбе в качестве покрытия для защиты деталей из углеродистых сталей Ст3, Ст45 и Ст65 от коррозии (10.01 по 10.03.2022 года). Экономический эффект составляет 9,4 доллара (12 сомон 70 дирам) за 1 м² защищаемой поверхности за счет снижения скорости коррозии стальной кабельных лотков в 2-3 раза.

- разработка физико-химических процессов формирования новых материалов, обладающих уникальными свойствами. Установлено, что добавки по 0.01-0.1% галлия и индия при температурах 523-623 К значительно понижают окисляемость сплава Zn55Al, а добавки по 0.1-1.0% галлия несколько повышают его склонность к окислению. Выявлено, что с возрастанием порядкового номера вводимого элемента в сплаве (Zn55Al) из группы рассеянных редких металлов (Ga, In, Tl) наблюдается незначительное снижение энергии активации процесса окисления;

- разработка способов повышения коррозионной стойкости материалов. Показано, что потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации тройных сплавов Zn55Al-Ga, Zn55Al-In и Zn55Al-Tl сдвигаются в область положительных значений от рН коррозионно-активной среды. Установлено, что легирующих добавок третьего компонента (по 0.01 мас.%) в 2-3 раза уменьшают скорость коррозии сплава Zn55Al.

Замечания и пожелания по диссертационной работе:

1. В тексте описания второй главы не разъяснено, чем вызван выбор конкретных составов сплавов.
2. Во вступительном разделе автореферата упоминается о практической значимости системы сплавов в области использования их при выращивании деталей методами аддитивных технологий. Однако, из-за наверное ограниченных временных и финансовых и финансовых рамок работы.
3. В работе показана возможность получения тонкой проволоки из цинк-алюминиевых сплавов, но не проведено сравнение физико-механических с известными сплавами электротехнического назначения.

Указанные замечания и пожелания больше носят рекомендательный характер и не влияют на общее положительное впечатление о работе.

Всего по теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 6 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК Министерства науки и

высшего образования Российской Федерации; 3 статьи в других изданиях; 4 статьи в материалах международных и республиканских конференций и получен 1 малый патент Республики Таджикистан на составы разработанных новых сплавов.

Заключение

В работе приведены научные результаты, позволяющие их классифицировать как решение крупномасштабной задачи обоснование создания новой группы сплавов, а именно легированных цинк-алюминиевых сплавов третьими компонентами и способов получения из них фасонных отливок, деформированных полуфабрикатов и анодных защитных покрытий. Работа является законченной и соответствует пунктов 9 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №8420, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сироджидинов Муниджон Эркинджонович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Официальный оппонент,

доктор технических наук, доцент,
ректор Таджикского государственного
университета коммерции



Х.Х. Назарова

Адрес: 734061, Таджикистан, г.Душанбе, ул.Дехоти ½

Телефон: (+992) 918-74-85-22

E-mail: nazarov-h2013@mail.ru

Подпись Назарова Х.Х.
заверяю:
Начальник ОК и СР ТГУК



Пирзода С.С.

2.01.2025г.