

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Ректор Таджикского  
национального университета,  
профессор Хушвахтзода К.Х.  
2023г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Диссертация «Кинетика окисления и анодное поведение сплава  $Zn_{0.5}Al$ , легированного щёлочноземельными металлами» выполнена на кафедре неорганической химии Таджикского национального университета и в лаборатории «Коррозионностойкие материалы» Института химии им. В.И. Никитина НАНТ.

В период подготовки диссертации Назаров О.Н. был аспирантом кафедры неорганической химии Таджикского национального университета. В настоящее время работает заведующим лабораторией кафедры неорганической химии ТНУ. В 2012г. окончил химический факультет Таджикского национального университета ему была присвоена квалификация - Химик. Технолог.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов по истории философии науки и иностранному языку было выдано от 4.07.2023

**Научный руководитель:** Обидов З.Р. доктор химических наук, и.о. профессора кафедры «Технология химических производств» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Сделанные в работе выводы обоснованы различными физико-химическими методами исследований, а сама диссертационная работа является законченным научным исследованием.

**Оценка актуальности диссертационной работы.** Диссертационная работа является актуальной, так как развитие современной техники базируется на использовании новых материалов, обладающих достаточно сложным комплексом физико-химических свойств, в частности каталитических, высокой химической стойкостью, жаропрочностью, жаростойкостью, высокой или низкой реакционной способностью, высокими анодными характеристиками и др.

Широкий размах исследований в области химии твердого тела, характерной для современной физической химии, вызвал повышенный интерес к кинетике химических и электрохимических процессов, которая с каждым годом из экзотической и малоизвестной области науки превращается в неотъемлемую часть химической и электрохимической кинетики. Это обстоятельство отражает тот факт, что химическая и электрохимическая кинетика в настоящее время является одним из наиболее математизированным разделом современной физической химии.

В настоящее время одной из ключевых задач, вытекающих из производственных решений, является более полное и эффективное использование производимого изделия из металла или углеродистой стали, сокращение потерь

металлопродукции от разрушений. Наряду с интенсивным использованием машин, механизмов и различных изделий требуется надежная защита от агрессивного воздействия сред, в которых они эксплуатируются. Кроме того, экономия основных конструкционных материалов и изделий, рациональное их использование также неразрывно связано с надежной защитой их от отрицательного воздействия окружающей среды.

Значительную роль в успешном решении задачи по улучшению и продлению срока службы углеродистых стальных изделий или металлопродукции играют анодные сплавы. Эти сплавы как покрытия увеличивают стойкость и долговечность изделий и защищают металлопродукции от разрушений.

Актуальность тематики исследования требует необходимостью получения комплекса экспериментальных данных, дающих важные сведения о закономерности изменения кинетических и анодных характеристик легированных сплавов при взаимодействии с агрессивными средами и поиска эффективных способов определения области их использования.

Диссертационная работа способствует решению четвертой стратегической задачи по развитию химической, металлургической и машиностроительной промышленности на основе местного сырья. Результаты диссертационной работы направлены на решении отдельных задач «Национальной стратегии развития Таджикистана на период до 2030 года» и её начального этапа, включенные в «Программу среднесрочного развития Республики Таджикистан на 2016-2020 годы».

В представленном диссертационной работе внимание уделяется изучению кинетики окисления и анодного поведения сплава  $Zn_{0.5}Al$  с щёлочноземельными металлами (Ca, Sr, Ba) в различных агрессивных средах и разработке оптимального состава новых сплавов, которые предназначены в качестве анодных защитных покрытий углеродистых стальных изделий и конструкций.

Термогравиметрическим методом исследовано влияние добавок щёлочноземельного металла (Ca, Sr, Ba) на кинетику высокотемпературного окисления сплава  $Zn_{0.5}Al$ , в воздушной среде. Установлено, что легирующих добавок кальция и стронция (по 0.01÷0.1 мас.%) в интервале температур 523÷623 К значительно уменьшают окисляемость сплава  $Zn_{0.5}Al$ , а добавки бария несколько увеличивают склонность его к окислению.

Методом рентгенофазового анализа идентифицирован фазовый состав оксидных плёнок, образующихся на поверхности сплавов при окислении. Установлено, что при окислении изученных сплавов образуются:  $ZnO$ ;  $Al_2O_3$ ;  $CaO$ ;  $SrO$ ;  $BaO$ ;  $ZnAl_2O_4$ ;  $CaAl_2O_4$ ;  $SrAl_2O_4$ ;  $BaAl_2O_4$ . Потенциостатическим методом установлено, что добавки Ca, Sr и Ba (0.01÷0.1 мас.%) в 2–3 раза снижают скорость коррозии сплава  $Zn_{0.5}Al$  в кислых (pH=1; 2; 3), нейтральных (pH=6,8-7) и щелочных (pH=10; 11; 12) растворах электролитов HCl (0.1; 0.01; 0.001н.); NaCl (3.0; 0.3; 0.03%) и NaOH (0.001; 0.01; 0.1н.) Методом рентгенофазового анализа идентифицирован фазовый состав оксидных плёнок, образующихся на поверхности сплавов при окислении. Установлено, что при окислении изученных сплавов образуются:  $ZnO$ ;  $Al_2O_3$ ;  $CaO$ ;  $SrO$ ;  $BaO$ ;  $ZnAl_2O_4$ ;

$\text{CaAl}_2\text{O}_4$ ;  $\text{SrAl}_2\text{O}_4$ ;  $\text{BaAl}_2\text{O}_4$  Потенциостатическим методом установлено, что добавки Ca, Sr и Ba (0.01÷0.1 мас.%) в 2–3 раза снижают скорость коррозии сплава  $\text{Zn}_{0.5}\text{Al}$  в кислых (pH=1; 2; 3), нейтральных (pH=6,8-7) и щелочных (pH=10; 11; 12) растворах электролитов HCl (0.1; 0.01; 0.001н.); NaCl (3.0; 0.3; 0.03%) и NaOH (0.001; 0.01; 0.1н.)

Результаты выполненного исследования рекомендуются для использования в области физической химии, химической технологии, материаловедение и металлургии. Сплавы  $\text{Zn}_{0.5}\text{Al}$  с кальцием, стронцием и барием рекомендуются как анодных защитных покрытий для повышения анодной устойчивости и увеличения срока службы углеродистых стальных конструкций и изделий.

Сделанные в работе выводы обоснованы различными физико-химическими методами исследований, а сама диссертационная работа является законченным научным исследованием.

По теме диссертации опубликованы 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и 5 статей в материалах международных и республиканских конференций, а также получен 1 малый патент Республики Таджикистан.

**Степень достоверности результатов проведенных исследований** по разработке нового класса анодных защитных покрытий на основе сплава  $\text{Zn}_{0.5}\text{Al}$  с щёлочноземельными металлами и установление кинетических и анодных характеристик сплавов в различных средах обосновано применением экспериментальных методов изучения их состава, структуры и свойств, а также согласованностью полученных результатов выполненного исследования. Научно-практические результаты диссертационной работы обсуждены и опубликованы в рецензируемых журналах и материалах конференции.

#### **Научная новизна диссертационной работы:**

В результате проведенных исследований установлено влияние добавок щёлочноземельного металла (Ca, Sr, Ba) на кинетику окисления сплава  $\text{Zn}_{0.5}\text{Al}$  кислородом газовой фазы. Определены механизм образования оксидной плёнки на поверхности сплавов при окислении и показаны их защитную способность в процессе газовой коррозии. Установлено влияние добавок элементов подгруппы кальция на анодное поведение сплава  $\text{Zn}_{0.5}\text{Al}$  в растворах сильных электролитов. Определены зависимости изменения электродных потенциалов и скорости коррозии от состава и микроструктуры сплавов, а также от концентрации хлорид и гидроксид-ионов в электролитах HCl, NaCl и NaOH.

**Целью исследования** является изучение кинетики окисления и анодного поведения сплава  $\text{Zn}_{0.5}\text{Al}$  с щёлочноземельными металлами (Ca, Sr, Ba) в различных агрессивных средах и разработке оптимального состава новых сплавов, которые предназначены в качестве анодных защитных покрытий углеродистых стальных изделий и конструкций.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие взаимосвязанные задачи:

- исследование влияния легирующих добавок щёлочноземельного металла (Ca, Sr, Ba) на кинетику окисления сплава Zn0.5Al, в твердом состоянии и воздушной среде;
- определение фазовых составов продуктов окисления исследуемых сплавов и установление их роли в механизме окислительного процесса;
- исследование влияния легирующих добавок щёлочноземельного металла (Ca, Sr, Ba) на анодное поведение сплава Zn0.5Al в растворах сильных электролитов HCl, NaCl и NaOH;
- изучение влияния легирующих добавок кальция, стронция и бария на микроструктуру сплава Zn0.5Al;
- оптимизация химического состава исследуемых сплавов посредством изучения их структуры и свойств и определение области их использования.

**Теоретические основы исследования.** В диссертации изложены теоретические основы доказательства положительного влияния структуры, фазового состава, кинетические и анодные характеристики, концентрации легирующих добавок кальция, стронция и бария на физико-химические свойства эвтектоидного сплава Zn0.5Al. Обоснованы закономерности изменения кинетических и анодных характеристик сплавов от природы компонентов состава и условиях экспериментальных исследований.

**Практическая значимость исследования.** Разработан оптимальный состав нового класса анодных защитных покрытий на основе сплава Zn0.5Al с щёлочноземельными металлами для защиты изделий и конструкций из углеродистых сталей от разрушения. Разработанные оптимальные составы сплавов защищены малым патентом Республики Таджикистан (ТJ №1081).

Проведены опытно-лабораторные испытания образцов сплава – покрытия в камеру солевого тумана. Экономический эффект от использования сплава, как анодного покрытия на 1м<sup>2</sup> защищаемой поверхности стали составляет 8.5\$ США, за счёт улучшения долговечности стальных изделий и продления срока их службы (имеется акт внедрения).

**Личный вклад соискателя** состоит в формулировке цели и задачи исследования, сборе и анализе литературных данных по теме диссертации, проведении экспериментов и их обработке, формулировке выводы диссертации и публикации результатов исследования.

#### **Соответствие содержания диссертации избранной специальности**

Диссертационная работа соответствует формуле специальности 02.00.04 – раздел химической науки об общих законах, определяющих строение веществ, направление и скорость химических и электрохимических превращений при различных внешних условиях; о количественных взаимодействиях между химическим составом, структурой вещества и его свойствами. В частности, диссертация соответствует паспорту научной специальности 02.00.04 – физическая химия по пунктам 4, 5, 7, 11. Разработанные сплавы на основе Zn0.5Al с добавками щёлочноземельных элементов, вследствие изучения их кинетики окисления и анодного поведения в различных условиях экспериментальных исследований, целесообразно проявляют существенные эксплуатационные

свойства, которые нужны для ускоренного развития современных областей промышленности.

Диссертационная работа Назарова Одилджона Нусратовича на тему «Кинетика окисления и анодное поведение сплава  $Zn_{0.5}Al$ , легированного щёлочноземельными металлами» является законченной научной работой соответствующей требованиям, предъявляемым Высшей Аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан к кандидатским диссертациям согласно Положения о присуждении ученых степеней и рекомендуется для защиты на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04-Физическая химия.

На заседании присутствовало 49 человек. Результаты голосования: «За» - 49 чел., «Против» - нет, «Воздержавшихся» - нет.

Заключение принято на заседании кафедры неорганической химии Таджикского национального университета от 31.08.2023 года, протокол №1

И.о.заведующий кафедрой  
неорганической химии Таджикского  
национального университета  
к.х.н., доцент



Сафаров С.И.

Секретарь, кафедры неорганической  
химии к.х.н.



Мубораккадамов Д.А.

Подписи Сафарова С.И. и  
Мубораккадамова Д.А. заверяю.  
Начальник УК и СЧ ТНУ



Тавкиев Э.Ш.

Адрес: 734025, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17, химический факультет ТНУ