

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Института химии им.  
В.И. Никитина Национальной  
академии наук Таджикистана

д.т.н., профессор  
Сафаров А.М.



06.10.2020 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ИНСТИТУТА ХИМИИ им. В.И. НИКИТИНА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ТАДЖИКИСТАНА

Диссертация Иброхимова Пайрава Рустамовича на тему «Анодное поведение и окисление цинкового сплава  $Zn_{0.5}Al$ , легированного хромом, марганцем и молибденом», выполнена в лаборатории «Коррозионностойкие материалы» Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

Иброхимов Пайрав Рустамович в 2012 году окончил факультет физики и техники Худжандского государственного университета им. акад. Б. Гафурова по специальности «Учитель физики». В том же году, учитывая его интерес к научным исследованиям, он был принят в очную аспирантуру данного университета. С 2013 году ему было предложено тематика исследований в лаборатории «Коррозионностойкие материалы» Института химии им. В.И. Никитина. С 2016 г. и по настоящее время работает учителем физики на факультете физики и техники Худжандского государственного университета им. акад. Б. Гафурова. Во время работы над диссертацией показал себя как грамотный, квалифицированный специалист.

**Научный руководитель:** Обидов Зиёдулло Рахматович – доктор химических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории «Коррозионностойкие материалы» Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

**Научный консультант:** Ганиев Изатулло Наврузович – доктор химических наук, академик НАНТ, руководитель центра «Материаловедения и машиностроения» Института «Политехник» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими.

### **По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

Диссертационная работа Иброхимова П.Р. выполнена на высоком научном уровне и является законченным научным исследованием. Сделанные в работе выводы обоснованы различными независимыми современными методами исследований. В результате проведенных исследований соискателем *решены следующие задачи:*

- исследованы закономерности изменения коррозионно-электрохимических свойств цинкового сплава  $Zn_{0.5}Al$ , легированного хромом, марганцем и молибденом, в кислых, нейтральных и щелочных средах различной концентрации от pH среды;
- изучена влияния легирующей добавки хрома, марганца и молибдена на микроструктуру цинкового сплава  $Zn_{0.5}Al$ ;
- исследованы закономерности изменения кинетических и энергетических параметров процесса окисления исследуемых сплавов в твёрдом состоянии, в воздушной среде;
- определен фазовый состав продуктов окисления указанных сплавов и установлены их роль в механизме коррозионного процесса;
- оптимизирован состав цинкового сплава  $Zn_{0.5}Al$  с хромом, марганцем и молибденом, которые служат критериями по комплексу качеств их применения как покрытий и литых протекторов при анодной защите углеродистых стальных изделий и конструкций от коррозионного или эрозионного разрушения.

**Личный вклад автора** состоит в формулировке цели и задачи исследования, проведение анализа литературных данных по теме диссертации, интерпретация и обработке экспериментальных результатов исследований, формулировке выводы диссертации. Все экспериментальные данные, включенные в диссертацию, получены лично автором или при его непосредственном участии, оформлены в виде публикаций.

### **Степень достоверности результатов проведенных исследований**

Достоверность результатов работы Иброхимова П.Р. подтверждена изучением анодного поведения и окисления цинкового сплава  $Zn_{0.5}Al$ , легированного хромом, марганцем и молибденом, обеспечена современными методами исследований, качественным соответствием полученных результатов, имеющихся в литературе экспериментальным данным и теоретическим представлениям.

**Методы исследования и приборы.** Исследования проводились микрорентгеноспектральным (сканирующий электронный микроскоп SEM серии AIS 2100), потенциостатическим (потенциостат ПИ-50.1.1), металлографическим (микроскоп ERGOLUX AMC), рентгенофазовым (ДРОН-3.0) и термогравиметрическими методами.

Кандидатская диссертационная работа Иброхимова П.Р. является самостоятельным, выдержанным с научной точки зрения, практически законченным исследованием, содержит большой объем экспериментальных исследований и выполнена на высоком теоретическом и практическом уровне.

**Научная новизна работы.** Потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме со скоростью развёртки потенциала 2мВ/с в кислых, нейтральных и щелочных средах различной концентрации от рН среды установлено, что добавки хрома, марганца и молибдена в пределах 0.01-0.1 мас.% в 2–3 раза повышают коррозионную стойкость цинкового сплава Zn0.5Al, используемый при анодной и протекторной защите от коррозии изделия и конструкция из углеродистой стали. При этом наблюдается смещение потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации сплавов в область отрицательных значений, особенно в кислых и щелочных средах. Далее, смещение коррозионно-электрохимических потенциалов в сторону положительных значений имеет место в нейтральной среде для сплавов с хромом. При переходе от легированных хромом сплавов к сплавам с молибденом, далее к сплавам с марганцем скорость коррозии сплавов несколько растёт, соответственно в кислых и нейтральных средах. Рост повышения коррозионной стойкости цинкового сплава Zn0.5Al при легировании его третьим компонентом в щелочной среде происходит по схеме перехода от легированных марганцем сплавов к сплавам с хромом, далее к сплавам с молибденом. Сравнение характеристик сплава Zn0.5Al, обработанного элементом из числа переходных металлов показывает, что сплавы с хромом и молибденом характеризуются более мелкой структурой, чем сплавы с марганцем. Следовательно, введения добавок хрома и молибдена в составе цинкового сплава Zn0.5Al более эффективны в плане разработки новых анодных защитных покрытий и литых протекторов.

Термогравиметрическим методом показано, что механизм окисления сплавов систем Zn0.5Al-Cr (Mn, Mo), в твёрдом состоянии подчиняются

формально-кинетическому закону роста оксидной защитной плёнки – гиперболе. С повышением температуры и содержания хрома и молибдена (0.01-0.1 мас.%) в цинковом сплаве Zn0.5Al окисляемость сплавов заметно уменьшается. Истинная скорость окисления сплавов имеет порядок  $10^{-4}$  ( $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ ). Добавки марганца в пределах изученной концентрации (0.01-1.0 мас.%) несколько повышает окисляемость цинкового сплава Zn0.5Al. Эффективная энергия активации процесса окисления сплавов (в диапазоне изученной концентрации) при переходе от сплавов с марганцем к сплавам с молибденом, далее к сплавам с хромом увеличивается.

Методом рентгенофазового анализа установлен фазовый состав продуктов окисления цинкового сплава Zn0.5Al, содержащего хрома, марганца и молибдена, и их роль в механизме коррозионного процесса. Определено, что продукты коррозии исследованных сплавов состоят из смеси защитных оксидных плёнок – ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mo<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO·Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и ZnO·Mo<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Практическая значимость работы.** Установлены оптимальные концентрации хрома, марганца и молибдена в цинковом сплаве Zn0.5Al, отличающихся высокой коррозионной стойкостью. Разработанные оптимальные составы новых анодных защитных сплавных покрытий защищены малым патентом Республики Таджикистан ТД № 1028. Сплавы рекомендуются как эффективных анодных покрытий и литых протекторов для защиты изделий, сооружений и конструкций из углеродистой стали от коррозионно-эрозионного разрушения.

**Ценность научных работ соискателя.** Результаты исследования, приведённые в диссертационной работы Иброхимова П.Р. могут быть использованы предприятиями подведомственными Министерству промышленности и новых технологий Республики Таджикистан, Государственном научном учреждении Центра исследования инновационных технологий при Национальной академии наук Таджикистана, ВУЗаами металлургического и химического профилей в учебных процессах.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.** Основное содержание диссертационной работы Иброхимова П.Р. отражено в 8 публикациях, которые достаточно полно отражают её содержание, из них 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан – «Известия

АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук», «Журнал физической химии (Scopus)», 4 статьи в материалах международных и республиканских конференций и получен 1 малый патент Республики Таджикистан (ТJ № 1028) на составы разработанных сплавов.

Диссертационная работа Иброхимова П.Р. на тему «Анодное поведение и окисление цинкового сплава  $Zn_{0.5}Al$ , легированного хромом, марганцем и молибденом», отвечает требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.11.2016 г. № 505 и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, 05.02.01 – Материаловедение (в машиностроении).

Заключение принято на заседании секции Учёного совета по неорганической, органической, физической и прикладной химии Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

Присутствовало на заседании 28 человек из 34 членов секции. Результаты голосования «за» - 28 чел., «против - нет, «воздержалось» - нет, протокол № 5 от 05 октября 2020 г.

Председатель заседания,  
д.х.н., профессор



Абулхаев В.Д.

Учёный секретарь



Зоидова М.Т.