

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 005.020.01
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук
по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 18 февраля 2021 г. , № 1

о присуждении Гнеденкову Андрею Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени доктора химических наук.

Диссертация *«Механизм и закономерности локальных электрохимических процессов гетерогенной коррозии магниевых и алюминиевых сплавов»* в виде рукописи по специальности 02.00.04 – физическая химия принята к защите 12 ноября 2020 г., протокол № 10 диссертационным советом Д 005.020.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИХ ДВО РАН) (Минобрнауки России), 690022, г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159, приказ № 105/нк от 11.04. 2012 г.

Соискатель Гнеденков Андрей Сергеевич, 1991 года рождения, гражданин России, диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук «Гетерогенность, электрохимические и защитные свойства покрытий, формируемых на магниевых сплавах методом ПЭО» защитил в 2014 году в диссертационном совете Д 005.020.01, созданном на базе ИХ ДВО, РАН.

Гнеденков Андрей Сергеевич работает старшим научным сотрудником в лаборатории нестационарных поверхностных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, ведомственная принадлежность Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в отделе электрохимических систем и процессов модификации поверхности Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, ведомственная принадлежность Минобрнауки России.

Научный консультант – доктор химических наук, доцент Синебрюхов Сергей Леонидович, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией нестационарных поверхностных процессов.

Официальные оппоненты:

1. Колмаков Алексей Георгиевич, гражданин РФ, чл.-корр. РАН, доктор технических наук (05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов), заведующий лабораторией прочности и пластичности металлических и композиционных материалов и наноматериалов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук;

2. Поляков Евгений Валентинович, гражданин РФ, доктор химических наук (02.00.04 – физическая химия), заместитель директора, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук;

3. Грузнев Димитрий Вячеславович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук (01.04.07 – физика конденсированного состояния), главный научный сотрудник

лаборатории технологии полупроводников и диэлектриков, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, в своем положительном заключении, подписанном чл.-корр. РАН, д.х.н. Ивановым Владимиром Константиновичем, главным научным сотрудником ИОНХ РАН и к.х.н. Баранчиковым Александром Евгеньевичем, зав. лабораторией синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН (протокол № 85 от 15 декабря 2020 г.) и утвержденном зам. директора ИОНХ РАН д.т.н. Вошкиным Андреем Алексеевичем, указала, что диссертационная работа Андрея Сергеевича Гнеденкова является завершенным, цельным научным исследованием, выполненном на высоком теоретическом и экспериментальном уровне в рамках современного перспективного научного направления, ориентированного на разработку высокоэффективных способов защиты функциональных и конструкционных материалов с использованием новейших электрохимических локальных методов исследования. Результаты исследований имеют важное фундаментальное и научно-практическое значение, так как в целом позволяют создать материалы нового поколения, перспективные для применения в различных отраслях промышленности, и таким образом, способствуют выполнению положений, указанных в Стратегии научно-технического развития Российской Федерации. В конце заключения отмечено, что диссертация полностью соответствует п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24.09.2013 г и отвечает паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их специализацией, близкой к теме диссертационной работы, наличием публикаций в рецензируемых научных изданиях в данной области исследований, а также широкой возможностью дать объективную оценку всех аспектов диссертации. Предложенные специалисты обладают высокой квалификацией в области исследования поверхностных слоёв и внесли значительный вклад в развитие физико-химических основ создания новых металлических, керамических и композиционных материалов.

Соискатель имеет 40 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 25 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК, 3 патента РФ, 12 материалов международных конференций, входящих в базы данных WoS/Scopus. Общий объем публикаций составляет 31,2 а.л., авторский вклад соискателя – 25,1 а.л. Во всех публикациях соискателю принадлежит решающая роль в определении направления исследований, выборе и реализации экспериментальных подходов, анализе и обобщении результатов, написании статей.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук:

1. Gnedkov A.S., Lamaka S. V., Sinebryukhov S.L., Mashtalyar D.V., Egorkin V.S., Imshinetskiy I.M., Zavidnaya A.G., Zheludkevich M.L., Gnedkov S.V. Electrochemical behaviour of the MA8 Mg alloy in minimum essential medium // Corrosion Science. 2020. Vol. 168. P. 108552.
2. Gnedkov A.S., Mei D., Lamaka S.V., Sinebryukhov S.L., Mashtalyar D.V., Vyaliy I.E., Zheludkevich M.L., Gnedkov S.V. Localized currents and pH distribution studied during corrosion of MA8 Mg alloy in the cell culture medium // Corrosion Science. 2020. Vol. 170. P. 108689.
3. Gnedkov S.V., Sinebryukhov S.L., Egorkin V.S., Mashtalyar D.V., Vyaliy I.E., Nadaraia K.V., Imshinetskiy I.M., Nikitin A.I., Subbotin E.P., Gnedkov A.S. Magnesium

fabricated using additive technology: Specificity of corrosion and protection // Journal of Alloys and Compounds. 2019. Vol. 808. P. 151629.

4. Gnedkov A.S., Sinebryukhov S.L., Mashtalyar D.V., Gnedkov S.V. Localized corrosion of the Mg alloys with inhibitor-containing coatings: SVET and SIET studies // Corrosion Science. 2016. Vol. 102. P. 269–278.

5. Gnedkov A.S., Sinebryukhov S.L., Mashtalyar D.V., Gnedkov S.V. Protective properties of inhibitor-containing composite coatings on a Mg alloy // Corrosion Science. 2016. Vol. 102. P. 348–354.

На автореферат поступило 11 положительных отзывов от следующих лиц и организаций:

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Калужский филиал (д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и химия» Шаталов Валерий Константинович). Замечание: «К недостатку автореферата можно отнести отсутствие информации по методике проведения лазерной порошковой наплавки и режимов формирования защитных слоёв методом ПЭО».

Волгоградский государственный технический университет (д.х.н., профессор, профессор кафедры «Аналитическая, физическая химия и физикохимия полимеров» Орлинсон Борис Семенович). Замечание: «При исследовании электрохимических и коррозионных свойств магниевых сплавов в качестве коррозионно-активной среды использовался преимущественно 3 % раствор хлорида натрия, взятый как жесткий аналог морской воды. Однако вероятность практического использования магния в таких условиях чрезвычайно мала, ввиду большой коррозионной активности материала, даже в случае создания защитного слоя на поверхности. При повреждении такого слоя неизбежно будет происходить коррозия в месте дефекта и под покрытием (как и указывает автор диссертации). Таким образом, не лучше было бы использовать в качестве агрессивной среды растворы с меньшей концентрацией соли для приближения к более реальным условиям эксплуатации».

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (д. ф.-м. н., профессор, заведующий лабораторией физики наноструктурных биоконструктивов Шаркеев Юрий Петрович и д.т.н., старший научный сотрудник лаборатории физики наноструктурных биоконструктивов Седельникова Мария Борисовна). Замечание: «Защитные функции полимерсодержащих композиционных покрытий на сплавах магния для использования в имплантационной хирургии (раздел 5.3) исследованы методом волпометрии в течение 7 дней в среде для культивирования клеток, тогда как для более точной оценки применимости сформированных защитных слоёв следовало бы провести более длительные коррозионные испытания».

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов "ПРОМЕТЕЙ" им. И.В. Горынина Национального исследовательского центра "Курчатовский Институт" (чл.-корр. РАН, д.т.н., профессор, генеральный директор НИЦ «Курчатовский институт» ЦНИИ КМ «Прометей» Орыщенко Алексей Сергеевич). Замечание: «С использованием метода комбинационного рассеяния света в режиме сканирования можно получить информацию о фазовом состоянии материала и установить распределение по поверхности материала интересующего вещества. Например, установить распределение гидроксипатитной фазы по поверхности защитной пленки, сформированной на сплаве магния в среде для культивирования клеток. Схожие работы были проведены диссертантом в соавторстве с его коллегами».

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (д.х.н., доцент, заведующий кафедрой физической химии

Альмяшева Оксана Владимировна). Замечание: «К замечанию по автореферату можно отнести отсутствие обоснования выбора ингибитора и информации по используемой концентрации 8-оксихинолина, а также детальной методики формирования композиционных покрытий».

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан (д.т.н., профессор, директор Мансуров Юлбарсхон Набиевич). Замечания: 1. «Автор А. Гнеденков как-то по-особому, мелким шрифтом, скомпоновал автореферат, что 32 рисунка в нем отчетливо видны, но текст трудночитаем, особенно в части «Степень достоверности, и апробации результатов»», 2. «Утверждение автора о том, что «...обработка ПЭО-покрытий ультрадисперсным политетрафторэтиленом значительно повышает антикоррозионные свойства поверхностного слоя на сплавах магния» нуждается в дополнительных доказательствах», 3. «В автореферате не показаны экономические показатели, достигнутые в результате внедрения результатов диссертационной работы».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (д.т.н., доцент, профессор кафедры теоретических основ электротехники Парфенов Евгений Владимирович и к.т.н., доцент кафедры теоретических основ электротехники Фаррахов Рузиль Галиевич). Замечания: 1. «На рис. 1 и 2 автореферата представлены SVET-карты, отражающие эволюцию распределения локального потенциала по поверхности сплава магния МА8 и сплава магния ВМД10 в процессе выдержки образца в 0,3 мМ растворе NaCl. При этом время выдержки для сплавов разное, что затрудняет восприятие и анализ результатов», 2. «Из автореферата не ясно, почему оценка модуля импеданса на низкой частоте в некоторых случаях указывается на частоте 0,1 Гц, а в некоторых на частоте 0,02 Гц».

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (д.т.н., главный научный сотрудник, заведующий лабораторией физикохимии и технологии покрытий Калита Василий Иванович). В отзыве замечаний нет.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет» (д.х.н., профессор, профессор Центра медицинской химии Остапенко Геннадий Иванович). Замечания: 1. «Какова конечная цель исследования? Максимально защитить сплав от коррозии и предотвратить растворение его во внутренних средах организма? Или определить перспективы максимального предотвращения коррозии сплавов как конструкционных материалов, используемых в соленой воде?», 2. «Из каких соображений выбраны исследуемые в работе сплавы магния? Ведь для медицинских целей обычно исследуются биорезорбируемые сплавы магния с кальцием и цинком, не наносящие вреда организму», 3. «...с какой скоростью будут растворяться исследуемые сплавы после пробоя защитных слоев на поверхности?», 4 «Из каких соображений в качестве ингибитора коррозии выбран 8-оксихинолин? Не нанесет ли он вред организму?», 5. «На рисунке 4а отсутствует первая кривая».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технологический университет "СТАНКИН" (д.т.н., профессор кафедры «Высокоэффективные технологии обработки» Крит Борис Львович). Замечание: «Из табл. 1 следует, что защитные свойства базовых ПЭО-покрытий, полученных в различных электролитах, существенно разнятся. Причем разница усиливается при дополнительной селективной обработке ингибитором 8HQ и УПТФЭ, но практически нивелируются при комбинированной обработке и обработке ПВДФ. Из автореферата неясно,

с чем это может быть связано, а также чем изначально отличались характеристики базовых ПЭО-покрытий, полученных в СФ и ГФ электролитах?».

ООО «Группа НМП» – управляющая организация АО «Нева металл посуда» (д.х.н., доцент, научный руководитель химических технологий Чуппина Светлана Викторовна). Замечания: 1. «Из текста автореферата не ясно, почему для формирования самозалечивающегося покрытия для импрегнирования ПЭО-покрытия на образцах МА8 был использован в качестве ингибитора коррозии именно 8-оксихинолин, а не какое-либо другое соединение или состав», 2. «На стр. 38 автореферата сообщается, что объемная доля вторичных фаз для сварного соединения составила 26 % в зоне основного металла (ВМ), 28 % в зоне плавления (FZ) и 38 % в зоне термического влияния (HAZ). Уточните, каким методом были определены объемные доли».

В поступивших отзывах отмечена актуальность, обоснованность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов диссертации. Отмечен высокий научный уровень проведенных исследований и достоверность защищаемых положений. Во всех поступивших отзывах отмечен частный характер замечаний, которые не снижают общей высокой положительной оценки диссертационной работы. Указано, что диссертация полностью соответствует действующим требованиям, предъявляемым Высшей Аттестационной Комиссией.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **определены** стадийность и эволюция коррозионных процессов, протекающих на поверхности магниевых и алюминиевых сплавов в различных агрессивных средах, с использованием комплекса современных электрохимических методов;
- **установлена** взаимосвязь интенсивности локальных коррозионных процессов, протекающих на поверхности материалов, с их структурными и морфологическими особенностями и гетерогенностью по составу на микроуровне;
- **установлены** особенности процессов пассивации/депассивации материалов в коррозионно-активных средах, включая простые хлоридсодержащие растворы и жидкости, имитирующие плазму крови человека;
- **разработаны** способы формирования антикоррозионных многофункциональных покрытий на поверхности магниевых и алюминиевых сплавов с использованием метода плазменного электролитического оксидирования; **изучены** защитные свойства покрытий во взаимосвязи с их электрохимической активностью на микро- и мезоуровне в различных агрессивных средах.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что полученные результаты, расширяющие физико-химические представления о коррозионной деградации гетерогенных систем, позволили установить механизм коррозионного разрушения материала на микро- и мезоуровне в различных агрессивных средах, а также изучить взаимосвязь гетерогенности материала по составу, строению и морфологии с интенсивностью локальных электрохимических процессов, реализующихся на поверхности таких функциональных и конструкционных материалов, как сплавы магния и алюминия.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики состоит в том, что установление и изучение взаимосвязи между гетерогенностью материала на микро- и мезоуровне и его локальной коррозионной активностью позволило разработать на магниевых и алюминиевых сплавах способы формирования покрытий с контролируемым уровнем антикоррозионной защиты, необходимой для практического использования материалов в различных областях: авиастроении, автомобилестроении, ракетно-космической отрасли, морской технике, электронике, имплантационной хирургии.

Диссертационная работа нацелена на решение задачи в рамках Стратегии научно-технического развития Российской Федерации – получить научные и научно-технические результаты, относящиеся к разработке «новых материалов», перспективных для применения в различных отраслях промышленности. Защитные покрытия на сплавах магния и алюминия увеличат эффективность использования обрабатываемых материалов.

Достоверность результатов работы обеспечена применением аттестованных измерительных приборов и апробированных методик, использованием взаимодополняющих методов исследования, соблюдением принципа комплексного подхода при анализе и интерпретации экспериментальных данных, воспроизводимостью результатов, применением статистических методов оценки погрешностей при обработке экспериментальных данных.

Личный вклад диссертанта состоит в постановке цели и решении задач проведенных исследований, анализе литературных данных по теме диссертации, выполнении основной части экспериментов, обработке и анализе полученных экспериментальных результатов, формулировке обобщений и выводов, написании статей, материалов конференций, оформлении патентов, апробации научных результатов при выступлении с устными докладами на конференциях.

Диссертация соответствует паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия в пунктах: п. 5 «Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений», п. 11 «Физико-химические основы химической технологии».

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Гнеденкова А.С. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований, представлено решение важной научной проблемы повышения эффективности использования конструкционных и функциональных материалов в таких областях, как авиация, машиностроение, судостроение и медицина. В диссертации представлены результаты, имеющие стратегическое значение для развития страны. Работа по всем критериям соответствует требованиям п.п. 9–14, сформулированным в разделе II «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018 г., с изм. от 26.05.2020 г.)), а ее автор является высококвалифицированным специалистом и заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

На заседании 18 февраля 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Гнеденкову Андрею Сергеевичу ученую степень доктора химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 чел., из них 10 докторов наук по специальности физическая химия, 9 докторов наук по специальности неорганическая химия, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» присуждение учёной степени 20, «против» 0, «недействительных бюллетеней» 0 (протокол заседания счетной комиссии № 2 от 18.02.2021 г.).

Председатель

диссертационного совета Д 005.020.01
академик

Сергиенко Валентин Иванович

Ученый секретарь диссертационного совета
к.х.н.

Бровкина Ольга Владимировна

20 февраля 2021 г.