

Письменный отзыв официального рецензента на диссертационную работу  
 Атичаева Рустама Алибековича на тему  
 «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства наноконпозиционных покрытий»  
 на соискание степени доктора философии (PhD)  
 по образовательной программе бD074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии»

№ п/п	Критерии	Соответствие критерии (необходимо отметить один из вариантов ответов)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) Соответствует направлениям развития науки или государственным программам	1. Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета; 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научной технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	Диссертационная работа выполнена в рамках проектов грантового финансирования научных исследований Комитета науки МОН РК 2018-2020 гг. по теме: ИРН AP05130069 «Разработка нанотехнологии синтеза функциональных гальванических покрытий для комплектов электрооборудования» по приоритетному направлению «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции». Государственный регистрационный № 0118РК00315.
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Полученные в диссертационной работе результаты дают определенный вклад в развитие науки о наноматериалах и нанотехнологий. Данные, полученные в работе, могут применяться в различных отраслях промышленности, так как введение в состав покрытия наноразмерных компонентов позволяет создать антикоррозионные, высокопрочные материалы.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) высокий; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Уровень самостоятельной работы диссертанта определяется личным вкладом его в получении результатов диссертации, написании научных статей и участием в международных конференциях. Самостоятельность диссертанта можно оценить по опубликованным работам, где диссертант является первым или корреспондирующим автором.

В качестве пожелания следует отметить: несмотря на то, что по

4.	Принцип внутреннего единства	<p>Положено достаточно одной статьи, входящей в базу данных Scopus и Web of Science, по полученным результатам можно было бы опубликовать больше.</p> <p>Диссертация Агчибаева Рустама относится к актуальной области наноматериаловедения и нанотехнологии в целом. Технология синтеза нанокристаллических покрытий двойными Fe-W(Mo) и тройными Fe-Co-W сплавами, оксидных покрытий TiO<sub>2</sub>-Co(Mn) с повышенными трибологическими, антикоррозионными и каталитическими свойствами и исследование влияния режимов осаждения на размеры нанокристаллов, указывает на актуальность данной темы.</p> <p>Диссертационная работа представляет собой завершённый научный труд и отражает тему диссертации, обладает внутренним единством по изучению процессов формирования микроструктуры и физико-химических свойств наноконпозиционных покрытий и разработке способа получения наноструктурированных покрытий с антикоррозионным действием.</p> <p><i>Вместе с тем из диссертации не совсем ясно, какую толщину имеет нано-КЭП и какой размер кристаллов в нанопокрывах на основе бинарных Fe-Mo и тернарных сплавов Fe-Mo-W?</i></p> <p>Цель и задачи, представленные в диссертационной работе, целиком и полностью соответствуют теме диссертации. Все поставленные в работе цели и задачи решены в полном объёме. Полнота решения поставленных задач достигнута путём разработки конкретных режимов проведения электроосаждения при получении электролитических покрытий. Получение и прогнозирование функциональных свойств покрытий проводили на основе законов электрохимии и электротехнологии.</p> <p>Диссертационная работа представляет собой логически взаимосвязанный и полноценный научный труд, обладающий единством: сформулированные цель и задачи исследования, нашли последовательное теоретическое и методологическое решения, заключающиеся в выборе объектов исследования, разработке способа получения наноструктурированных покрытий с заданными антикоррозионными свойствами.</p>	<p>В ходе научно-исследовательской работы проведён аналитический обзор литературы и патентных исследований, представлен критический анализ литературы. Рассмотрены вопросы сравнения</p>
4.1	Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>обоснована</u> ; 2) <u>частично обоснована</u> ; 3) <u>не обоснована</u> .	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>обоснована</u> ; 2) <u>частично обоснована</u> ; 3) <u>не обоснована</u> .	
4.2	Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>отражает</u> ; 2) <u>частично отражает</u> ; 3) <u>не отражает</u> .	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>отражает</u> ; 2) <u>частично отражает</u> ; 3) <u>не отражает</u> .	
4.3	Цель и задачи соответствуют теме диссертации 1) <u>соответствуют</u> ; 2) <u>частично соответствуют</u> ; 3) <u>не соответствуют</u> .	4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации 1) <u>соответствуют</u> ; 2) <u>частично соответствуют</u> ; 3) <u>не соответствуют</u> .	
4.4	Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ; 2) <u>взаимосвязь частичная</u> ; 3) <u>взаимосвязь отсутствует</u> .	4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ; 2) <u>взаимосвязь частичная</u> ; 3) <u>взаимосвязь отсутствует</u> .	
4.5	Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными	4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными	

	<p>решениями:  1) <u>критический анализ есть</u>;  2) анализ частичный;  3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов.</p>	<p>полученных результатов с известными литературными данными из 115 источников по антикоррозионным композиционным покрытиям. На основании анализа были выбраны задачи исследования диссертации, в которой обоснованно приведен выбор объектов исследования, а именно наноструктурированных покрытий Cr-SiO<sub>2</sub>-C, а также нанокристаллических покрытий на основе бинарных Ti-Co(Mo) и тернарных Fe-Co-W сплавов.</p>
<p>5. Принцип научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?  1) <u>полностью новые</u>;  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Научные результаты и положения являются полностью новыми. К ним относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методика осаждения наноструктурированных композиционных покрытий на основе хрома электролитическим методом с использованием в качестве армирующей фазы углерода в виде сажи ламповой (11-100 нм) и диоксида кремния (5-50 нм)</li> <li>• новые электролиты-суспензии оптимального состава, позволяющие формировать наноструктурированные КЭП Cr-SiO<sub>2</sub>-C</li> <li>• технология синтеза нанокристаллических покрытий двойными Fe-W(Mo) и тройными Fe-Co-W сплавами, оксидных покрытий Ti-Co(Mo) с повышенными трибологическими, антикоррозионными и каталитическими свойствами</li> <li>• коррозионно-электрохимические характеристики покрытий из двойных и тройных композиционных систем зависят от содержания тугоплавкого компонента и режимов осаждения, а увеличение химической стойкости в кислой среде обусловлено образованием на поверхности кислотных оксидов вольфрама.</li> </ul> <p>Вопрос: <i>Что происходит в процессе осаждения покрытий, на границе раздела хрома, углерода и диоксида кремния? Какое взаимодействие между ними?</i></p>
	<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?  1) <u>полностью новые</u>;  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Выводы, приведенные в работе, являются полностью новыми.  Проведенное комплексное исследование процессов формирования микроструктуры и физико-химических свойств, композиционных покрытий на основе хрома, структурированных наноразмерными частицами (C, SiO<sub>2</sub>), а также нанокристаллических покрытий из двойных Fe-W(Mo), Ti-Co(Mn) и тройных Fe-Co-W систем, полученных электрохимическим методом, сделано впервые.</p>
	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие</p>	<p>По результатам проведенных диссертантом теоретических и экспериментальных работ разработана новая технология осаждения</p>

	<p>решения являются новыми и обоснованными:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>полностью новые</u>;</li> <li>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</li> <li>3) не новые (новыми являются менее 25%).</li> </ol>	<p>электролитических покрытий. Получен Патент на полезную модель, что свидетельствует о новизне результатов исследования. Полученные в ходе исследования результаты и выводы отражают содержание всех разделов и подтверждаются публикациями основных научных результатов в рецензируемых международных и отечественных научных изданиях.</p> <p>Соискателем проведены лабораторные и полупромышленные испытания наноконпозиционных покрытий, получен акт внедрения нано-КЭП на основе бинарных сплавов Fe-W на электродах заземления в ТОО «Интерком».</p>
<p>6. Обоснованность основных выводов:</p>	<p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Выводы, приведенные в работе, составлены в результате экспериментальных и физико-химических исследований. Это не противоречит основным теоретическим и практическим закономерностям в нанотехнологии.</p>
<p>7. Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Доказано</u>;</li> <li>2) скорее доказано;</li> <li>3) скорее не доказано;</li> <li>4) не доказано.</li> </ol>	<p>Все четыре основных положения, вынесенных на защиту, доказаны экспериментально с применением различных современных методов исследования.</p> <p>Для получения нано-КЭП, был использован электролитический метод осаждения металла на деталь (электролитическая ванна типа ВСА-1), а для испытания полученных нано-КЭП была разработана экспериментальная установка и методика исследования коррозионной стойкости, гравиметрическим и потенциостатическим методами как в агрессивных средах, так и в модельных растворах. При изучении микроструктуры и состава наноконпозиционных покрытий использовались методы оптической металлографии (Neophot-2), рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной (JEOL-7000F) и атомно-силовой микроскопии («Integra Terra»). При этом важно подчеркнуть, что использованные в диссертационной работе методы позволили решить все поставленные задачи проводимых исследований.</p> <p>Положение 1: <u>1) доказано</u>;  Положение 2: <u>1) доказано</u>;  Положение 3: <u>1) доказано</u>;  Положение 4: <u>1) доказано</u>.</p>
<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) да;</li> </ol>	<p>Элементы тривиальности в диссертационной работе отсутствуют. Все найденные закономерности и особенности изученных процессов</p>	

	2) <u>нет.</u>	рассматривались не упрощенно, а с позиции современных знаний в области наноматериалов и нанотехнологий. Положение 1: <u>2) нет</u> Положение 2: <u>2) нет</u> Положение 3: <u>2) нет</u> Положение 4: <u>2) нет</u>
7.3	Является ли новым? 1) <u>да;</u> 2) <u>нет.</u>	Основные положения, выносимые на защиту, являются новыми и являются результатом детального анализа экспериментальных данных, полученных с применением люминесцентной и термоактивационной спектроскопии. Ранее подобные положения и результаты исследований по теме диссертации не были кем-либо описаны в литературе. Положение 1: <u>1) да;</u> Положение 2: <u>1) да;</u> Положение 3: <u>1) да;</u> Положение 4: <u>1) да;</u>
7.4	Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий.</u>	Нано-КЭП покрытия используются в микроэлектронике, машиностроении, аэрокосмической отрасли и ракетостроении, химической промышленности и других областях. Положение 1: <u>3) широкий</u> Положение 2: <u>3) широкий</u> Положение 3: <u>3) широкий</u> Положение 4: <u>3) широкий</u>
7.5	Доказано ли в статье? 1) <u>да;</u> 2) <u>нет.</u>	Все положения, выносимые на защиту, доказаны публикациями в периодических изданиях. На основании полученных экспериментальных данных диссертантом опубликовано 15 работ. • 1 статья с высоким импакт-фактором по базе данных Scopus • 3 статьи в изданиях, рекомендуемых ККСОН образования и науки МОН РК. • 10 международных конференциях. • 1 патент Положение 1: <u>1) да;</u> Положение 2: <u>1) да;</u> Положение 3: <u>1) да;</u> Положение 4: <u>1) да</u>
8.	Принцип достоверности. 8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) <u>да;</u>	Выбранная в работе методика и методология учитывают закономерности формирования микроструктуры композиционных покрытий на основе хрома, модифицированных наноразмерными

<p>Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>2) нет.</p>	<p>частицами (C, SiO<sub>2</sub>), гетерогенных двойных Fe-W(Mo), Ti-Co(Mn) и тройных Fe-Co-W систем, полученных электролитическим методом, а также исследование их физико-химических и механических свойств. Результаты обоснованы применением хорошо зарекомендовавших себя методов исследований и современных приборов. Выбор методологии достаточно подробно описан и обоснован, хорошо согласуется с теоретическими подходами, применяемыми в мировой практике.</p>
<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u>.</p>	<p>В работе использован комплексный подход, объединивший применение современных методов. Состав и микроструктура нано-КЭП исследовались методами оптической металлографии, спектрометрического и рентгеноструктурного анализа, растровой электронной и атомно-силовой микроскопии. Для получения нано-КЭП, был использован электролитический метод осаждения металла на деталь (электролитическая ванна типа ВСА-1), а для испытания полученных нано-КЭП была разработана экспериментальная установка и методика исследования коррозионной стойкости, гравиметрическим и потенциостатическим методами как в агрессивных средах, так и в модельных растворах. При изучении микроструктуры и состава нанокпозиционных покрытий использовались методы оптической металлографии (Neophot-2), рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной (JEOL-7000F) и атомно-силовой микроскопии («Integra Terra»). При этом важно подчеркнуть, что использованные в диссертационной работе методы позволили решить все поставленные задачи исследований. Теоретические выводы, модели, установленные взаимосвязи и закономерности были сделаны на основе экспериментальных данных, полученных при комплексном исследовании методами АСМ, СЭМ, ПЭМ и рентгеноструктурного анализа</p> <p><i>Вместе с тем для большей убедительности программы было бы использовать современные компьютерные программы и сравнить с результатами эксперимента.</i></p>	
<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u>.</p>	<p>Полученные в ходе исследования результаты и выводы отражают содержание всех разделов и представлены в публикациях основных научных результатов в рецензируемых международных и</p>	
<p>8.4 Важные утверждения подтверждены / частично подтверждены / не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную</p>		

	<p>научную литературу.</p>	<p>отечественных научных изданиях. Достоверность научных выводов работы подтверждается согласованностью с результатами независимых исследований и выводами, полученными другими авторами.</p>
<p>9.</p>	<p>8.5 Использованные источники литературы достаточны / не достаточны для литературного обзора.</p> <p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u>.</p> <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u>.</p> <p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%); 3) <u>не новые</u> (новыми являются менее 25%).</p>	<p>В работе приведен список литературы из 115 наименования. Приведенные источники достаточны для формирования литературного обзора диссертационной работы.</p> <p>В диссертационной работе проведены комплексные исследования, направленные на изучение нано-КЭП для защиты конструкций и деталей машин и оборудования от коррозии, износа и трения. Поскольку введение в состав покрытия наноразмерных компонент позволяет получить каталитические, антикоррозионные, магнитные и высокопрочные материалы, то нанесение таких покрытий может использоваться на деталях оборудования, работающего в агрессивных средах и при высоких температурах.</p> <p><i>Вопрос: Почему повышение температуры осаждения влияет на покрытие, чем это объясняется?</i></p> <p>Приведенные в диссертационной работе результаты имеют высокую практическую значимость. Практическая польза полученных в диссертации результатов заключается в возможности использования нового состава наноструктурированных композиционных покрытий на основе хрома, а также нанокристаллических покрытий из сплавов железо-вольфрам и железо-кобальт для антикоррозионной защиты поверхностей из углеродистых Ст3 и конструкционных AISI304 и 17Г1С сталей для улучшения функциональных свойств в нейтральных и щелочных средах.</p> <p>Рекомендации для практики являются совершенно новыми. Результаты, полученные в работе, могут использоваться в микроэлектронике, машиностроении, аэрокосмической отрасли и ракетостроении, химической промышленности и природоохранных технологиях.</p>
<p>10.</p>	<p>Качество академического письма: 1) <u>высокое</u>; 2) <u>среднее</u>;</p>	<p>Качество академического письма высокое. Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к таким работам и отличается внутренним единством. Разделы диссертационной работы</p>

	3) ниже среднего; 4) низкое.	логически объединены и направлены на решение поставленных задач. <i>Незначительное количество опечаток не снижает качество диссертационной работы.</i>
--	---------------------------------	---

Диссертационная работа Агчибаева Р.А. на тему «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства наноконпозиционных покрытий», выполнена в полном объеме и соответствует всем требованиям, предъявляемых к диссертационным работам PhD, имеет новизну и актуальность и заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 6D074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии».

**Руководитель лаборатории**  
**«Инновационные функциональные материалы»**  
**ТОО «Физико-технический институт»,**  
**к. ф.-м. н.**

*Муса*

Мухамедшина Д. М.

**ҚОЛ ТАҢБАСЫ КҮӨЛАНДЫРАМЫН**  
**/ПОДПИСЬ ЗАВЕРЧЮ**  
 Ғылыми Хатшы/Ученый секретарь  
 «Физико-техникалық институты» ЖШС  
 09.09.2023 г.  
*Мухамедшина Д. М.*  
 аты-жөні/ФИО  
 қолы/подпись