

Письменный отзыв официального рецензента на диссертационную работу
Атчибаева Рустама Алибековича на тему
«Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокomпозиционных покрытий»
на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 6D074000 – «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: <u>1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета;</u> 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-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 комплектующих электрооборудования» по приоритетному направлению «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции». Государственный регистрационный № 0118PK00315.
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не</u> вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта/не</u> раскрыта	Диссертационное исследование <u>вносит</u> существенный вклад в науку, в связи с полученными новыми результатами в области наноматериаловедения и нанотехнологии. Важность представленной работы хорошо <u>раскрыта</u> и заключается в демонстрации целенаправленного улучшения механических, антикоррозионных и износостойких характеристик нанокomпозиционных электролитических покрытий за счёт регулирования режимов электролиза.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>высокий</u> ; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	В работе приведено большое количество экспериментальных результатов, которые могли быть реализованы коллективом лаборатории, при непосредственном участии соискателя. Об уровне самостоятельности можно судить по восьми опубликованным работам, из которых диссертант в 7 работах является первым или корреспондирующим автором.

			<i>Вместе с тем желательно было бы, чтобы не только в докладах зарубежных конференций, но в статьях, входящих с базу Scopus и Web of Science фамилия соискателя стояла на первом месте.</i>
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>обоснована</u> ; 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Диссертационная работа Атчибаева Рустема Алибековича посвящена изучению процессов формирования микроструктуры и исследованию возможности целенаправленного регулирования физико – химических свойств нанокпозиционных покрытий изменением режимов осаждения. В этой связи актуальность выполненных автором диссертационной работы, сомнений не вызывает.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>отражает</u> ; 2) частично отражает; 3) не отражает.	<p>В рецензируемой диссертации содержание целиком и полностью отражает её тему. Диссертация состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка литературы и приложений.</p> <p>Во введении обосновано излагается актуальность работы; приведены цель, задачи, объект, предмет и методы исследования; сформулированы научная новизна, практическая значимость; основные положения, выносимые на защиту; указана связь с научно-исследовательскими проектами и апробация работы.</p> <p>Первый раздел посвящён обзору современного состояния и перспектив использования наносистем в качестве защитных покрытий, обоснована актуальность, цель диссертационной работы, выбор объекта исследования и сформулированы задачи исследования.</p> <p>Во втором разделе подробно описаны методы получения и исследования нанокпозиционных покрытий Cr-SiO₂-C и Fe-W (Mo), Ti-Co (Mn) и Fe-Co-W.</p> <p>Третий раздел посвящён разработке технологии получения и изучению физико-химических свойств наноструктурированных покрытий на основе хрома Cr-SiO₂-C.</p> <p>В четвёртом разделе представлены Cr-SiO₂-C изучение процессов формирования нанокристаллической микроструктуры и физико - химических свойств бинарных Ti-Co (Mn), Fe-W (Mo) и тернарных Fe-Co-W композиционных систем.</p> <p>В приложении приведен Акт внедрения результатов диссертационной работы.</p> <p><i>Вопрос: В чем разница метода обычного легирования металла от применения нано КЭП?</i></p>

		<p>4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>соответствуют</u>; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют. 	<p>Целью диссертационной работы является изучение закономерностей формирования микроструктуры композиционных покрытий на основе хрома, модифицированных наноразмерными частицами (C, SiO₂), гетерогенных двойных Fe-W(Mo), Ti-Co(Mn) и тройных Fe-Co-W наносистем, полученных электролитическим методом, а также исследование их физико-химических и механических свойств.</p> <p>Цель и задачи работы, представленные в диссертационной работе, целиком и полностью соответствуют теме.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует. 	<p>Все разделы диссертационной работы логически взаимосвязаны между собой. Диссертационная работа представляет собой логически взаимосвязанный и завершённый научный труд, обладающий внутренним 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>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>критический анализ есть</u>; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов. 	<p>В ходе проведения научно-исследовательской работы проведён аналитический обзор литературы и патентных исследований.</p> <p>В первой главе критически рассмотрены известные данные по влиянию способа получения на структуру и функциональные свойства композиционных покрытий. На этом этапе соискателем была проанализирована информация из 115 литературных источников. На основании критического анализа, была сделана постановка задачи исследования диссертации, в которой обосновано приведен выбор объектов исследования, а именно наноструктурированных покрытий Cr-SiO₂-C, а также нанокристаллических покрытий на основе бинарных Ti-Co(Mo) и тернарных Fe-Co-W сплавов.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%). 	<p>К новому результату и положениям диссертационной работы можно отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) • новые электролиты–суспензии оптимального состава, позволяющие формировать наноструктурированные КЭП Cr-SiO₂-C • технология синтеза нанокристаллических покрытий двойными Fe-W(Mo) и тройными Fe-Co-W сплавами, оксидных покрытий Ti-Co(Mo) с повышенными трибологическими, антикоррозионными и

			<p>каталитическими свойствами</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 кислых оксидов вольфрама. <p><i>Вопрос: На каком этапе вы использовали наночастицы?</i></p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>Выводы, приведенные в работе, являются совершенно новыми и базируются на большом объеме экспериментального материала. Получено и исследовано более 300 образцов. Научные результаты представляют новый материал, доказательно подтвержденный результатами детального анализа экспериментальных данных, полученных с применением оптической, электронной и атомно-силовой микроскопии, а также рентгеноструктурного анализа. Все экспериментальные результаты получены на сертифицированных приборах.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>	<p>По результатам проведенных диссертантом теоретических и экспериментальных работ разработана новая технология при получении электролитических покрытий. Получен Патент на полезную модель, что свидетельствует о новизне результатов исследования. Соискателем проведены лабораторные и полупромышленные испытания нанокomпозиционных покрытий, получен акт внедрения нано-КЭП на основе бинарных сплавов Fe-W на электродах заземления в ТОО «Интерком».</p>
6.	Обоснованность основных выводов:	<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 материаловедении и нанотехнологии.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано</u>;</p>	<p>Все четыре основных положения, вынесенных на защиту доказаны экспериментально, с применением оптической, электронной и атомно-силовой микроскопии, рентгеноструктурного анализа и других методов исследования:</p> <p>Положение 1: <u>1) доказано</u>;</p> <p>Положение 2: <u>1) доказано</u>;</p>

		2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано.	Положение 3: <u>1) доказано</u> ; Положение 4: <u>1) доказано</u> ; По всем защищаемым положениям имеются опубликованные работы в журналах.
		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u> .	Элементы тривиальности в диссертационной работе отсутствуют. Все найденные закономерности и особенности изученных процессов рассматривались не упрощенно, а с позиции современных знаний в области радиационной физики твёрдого тела. 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) нет.	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> .	Уровень для применения оценивается как широкий, так как областью применения является создание датчиков с улучшенными характеристиками. 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) нет.	Все положения, выносимые на защиту, доказаны публикациями в периодических изданиях. На основании полученных экспериментальных данных диссертантом опубликовано 15 работ. 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. Достоверность источников и предоставляемой	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) <u>да</u> ; 2) нет.	Выбранная в работе методика и методология учитывают закономерности формирования микроструктуры композиционных покрытий на основе хрома, модифицированных наноразмерными частицами (C, SiO ₂), 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.

информации		<p>Результаты обоснованы применением хорошо зарекомендовавших себя методов исследований и современных приборов. Выбор методологии достаточно подробно обоснован и 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) да; 2) нет.</p>	<p>В работе использован комплексный подход, объединивший применение современных методов. Состав микроструктура nano-KЭП исследовались методами оптической металлографии, спектрометрического и рентгеноструктурного анализа, растровой электронной и атомно-силовой микроскопии. Для получения nano-KЭП, был использован электролитический метод осаждения металла на деталь (электролитическая ванна типа ВСА-1), а для испытания полученных nano-KЭП 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 Terna»). При этом важно подчеркнуть, что использованные в диссертационной работе методы позволили решить все поставленные задачи проводимых исследований.</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) да; 2) нет.</p>	<p>Теоретические выводы, модели, установленные взаимосвязи и закономерности были выявлены из экспериментальных исследований. Проведено комплексное исследование процессов формирования микроструктуры и физико-химических свойств, композиционных покрытий на основе хрома структурированных наноразмерными частицами (C, SiO₂), а также нанокристаллических покрытий из двойных Fe-W(Co), Ti-Co(Mn) и тройных Fe-Co-W систем, полученных электрохимическим методом. Разработан новый подход регулирования размеров кристаллов в бинарных Fe-W(Co), Ti-Co(Mn) и тернарных композитных Fe-Co-W системах основанный на вариации плотности тока и режимов формирования многокомпонентных покрытий. Установлен механизм совместного осаждения железа с вольфрамом и железа с молибденом в наноструктурный сплав и обосновано влияние состава электролитов и режимов осаждения на содержание компонентов, морфологию, структуру, свойства и эффективность</p>

			процесса электроосаждения покрытий Cr-SiO ₂ -C, Fe-W (Co), Ti-Co(Mn), Fe-Co-W.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> / частично подтверждены / не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные утверждения, приведенные в диссертации, подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. Все экспериментальные результаты, описанные в диссертационном исследовании, получены с использованием современных методов научных исследований и обработки экспериментальных данных.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> / не достаточны для литературного обзора.	В работе приведен список литературы из 115 наименования. Приведенные источники достаточны для формирования литературного обзора диссертационной работы.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет.	В диссертационной работе проведены комплексные исследования, направленные на изучение нано-КЭП для защиты конструкций и деталей машин и оборудования от коррозии, износа и трения. Такой подход, безусловно, повышает теоретическую значимость работы. <i>Вопрос: Каким методом управляли морфологией синтезированных хромовых электролитических покрытий?</i>
9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет.		Приведенные в диссертационной работе результаты имеют высокую практическую значимость. На основе количественного анализа экспериментальных данных по кинетике окисления, а также по результатам испытаний физико-механических свойств (микротвердости и трибологии) предложена феноменологическая модель для описания формирования микроструктуры нанокпозиционных покрытий, полученных на подложке из стали Ст3, AISI304 и 17Г1С. По результатам исследований был разработан новый электролит и получен патент РК на полезную модель «Электролит для нанесения нанопокровтий сплавом железо-вольфрам» (патент РК № 3440 от 13.04.2018 г.) который внедрён для электродов контуров заземления в ТОО «Интерком».	
9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).		Рекомендации практике являются совершенно новыми. Результаты, полученные в работе, могут применяться в микроэлектронике, машиностроении, аэрокосмической отрасли и ракетостроении, химической промышленности и природоохранных технологиях. Поскольку введение в состав покрытия наноразмерных компонентов позволяет получить каталитические, антикоррозионные, магнитные и высокопрочные материалы, нанесение таких покрытий осуществляется	

			<p>на детали оборудования, работающего в агрессивных средах и при высоких температурах.</p> <p>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 свойств материалов.</p>
10.	Качество написания и оформления	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) высокое;</p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>Качество академического письма высокое. Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к таким работам, и отличается внутренним единством. Разделы диссертационной работы логически объединены и направлены на решении поставленных задач.</p> <p><i>Незначительное количество опечаток не снижает качество диссертационной работы.</i></p>

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

д. ф.-м. н., профессор
кафедры «технической физики»,
Физико-технического факультета
Евразийского национального университета
им. Л. Н. Гумилева



Нурахметов Т. Н.

