

«УТВЕРЖДАЮ»

Член Правления - проректор по
социальному развитию

Казахского национального
университета им. аль-Фараби



Н. С. Айдосов

» ноябрь 2022 г.

ВЫПИСКА

из протокола № 3 от 8 ноября 2022 года

расширенного заседания кафедры физики твердого тела и нелинейной
физики физико-технического факультета Казахского национального
университета имени аль-Фараби

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

Сотрудники кафедры физики твердого тела и нелинейной физики:

зав. каф. физики твердого тела и нелинейной физики, и.о.профессора, PhD
– Ибраимов М.К. **профессора:** Приходько О. Ю., Яр-Мухамедова Г. Ш.,
Абдуллин Х. А., **к.ф.-м.н.:** Рягузов А. П., Диханбаев К. К., Иманбаева А. К.
доценты: Жарекешев И.Х., Михайлов Л. В., Исмаилова Г. А., Мусабек Г.К.,
Саймбетов А. К., Хохлов С.А., **ст. преподаватели:** Сагидолда Е., Субебекова Г.
Р., Пешая С. Л., Бейсебаева А. С., Айтжанов М., Демесинова А. М., Джапашов
Н. М., Исимова А.Т., Карибаев Б. А., Кожажулов Е.Т., Курманов Е.,
Майлыбаев А.Т., Момынов С.Б., Накысбеков Ж. Т., Наурызбаева А. Ж.,
Партизан Г., Сванбаев Е. А., Толепов Ж. К., Туенбаев О.К., Турманова К.,
Абдикаримова Г.Т., Амантаева А. Е., Жексебай Д., Куттыбай Н. Б., Нургалиев
М.К., Ханиев Б.А., Сарманбетов С., Турлыкожаева Д., Усипов Н. М.
преподаватели: Досымбетова Г. Б., Скабылов А. А., **НИИЭТФ: к.ф.-м.н.:**
Мурадов А.Д., **д.ф.-м.н.:** Мукашев К.М.

Председатель: зав. каф. физики твердого тела и нелинейной физики,
и.о.профессора Ибраимов М.К.

Секретарь: Г.Б. Жуман

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Обсуждение диссертационной работы Атчибаева Р.А., на тему «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокomпозиционных покрытий», представленного на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 - наноматериалы и

нанотехнологии», зачисленного в 2017 г. на кафедру физики твердого тела и нелинейной физики физико-технического факультета КазНУ имени аль-Фараби.

СЛУШАЛИ:

Председателя заседания, PhD и.о.профессора Ибраимова М.К.:
Повестка дня приведена.

Зарубежный научный консультант Атчибаева Р.А. и тема диссертационной работы «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокпозиционных покрытий» утверждены ученым советом факультета № 9 от 29 мая 2020 года и приказом № 4-2329 от 03 июля 2020.

Отечественный научный консультант:

д.ф.-м.н., профессор Яр-Мухамедова Г. Ш., КазНУ им. аль-Фараби.

Зарубежный научный консультант:

д.ф.-м.н., профессор Виелеба В. К., Вроцлавского университета науки и технологии, г. Вроцлав, Польша.

Научные стажировки: Атчибаев Р.А. проходил с 14 сентября по 16 ноября 2019 года во Вроцлавском университете науки и технологии, г. Вроцлав, Польша.

Рецензенты: д.ф.-м.н., профессор Приходько О. Ю., к.ф.-м.н. Мурадов А. Д.

Если нет вопросов по повестке, слово предоставляется докторанту PhD, Атчибаеву Р.А.

Атчибаев Р.А.: Вашему вниманию предлагается доклад по теме диссертационной работы «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокпозиционных покрытий» в виде презентации. В работе обосновывается актуальность темы диссертационной работы, определяются ее цель и задачи, объекты исследования, раскрываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, указываются источники и методы исследования, а также формулируются положения, выносимые на защиту.

ВОПРОСЫ:

профессор Ибраимов М. К.: Каким методом управляли морфологией синтезированных хромовых электролитических покрытий?

Атчибаев А.Т.: морфология синтезированных хромовых электролитических покрытий, модифицировали как изменением температуры и плотности тока, так и соотношения концентраций нанодисперсных порошков углерода и диоксида кремния в электролите. С помощью приборов СЭМ и АСМ, установлено, что при температуре осаждения 293-303 К формируется губчатая, при 313-323 К глобулярная и при 333-343 К - гладкая беспористая структура.

д.ф.-м.н., профессор, Приходько О. Ю.: почему рисунок 3в на слайде 9 вы называете nano-KЭП?

Агчибаев Р.А.: если сравнить рисунки 3а, б, в - поперечные шлифы электролитических покрытий, то видно, что чистое хромовое покрытие обладает микротрещинами и микропорами, которые обусловлены выделением водорода на катоде. На рисунке 3, б показано КЭП, содержащее микрочастицы. На снимке видно, что ширина микротрещин и микропор значительно уменьшилась, что подтверждается коррозионными испытаниями. На рисунке 3, в показано покрытие, которое получено из электролита-суспензии, в которое в качестве второй фазы добавлены наноразмерные частицы сажи ламповой и диоксида кремния. Как видно покрытие плотное и не содержит микротрещин и микропор. При этом коррозионная стойкость увеличивается в 64-85 раз по сравнению с чистыми хромовыми покрытиями.

д.ф.-м.н., профессор, Приходько О. Ю.: на каком этапе вы использовали наночастицы?

Агчибаев Р.А.: наночастицы мы использовали на этапе подготовки электролита-суспензии: в стандартный хромовый электролит добавили нанопорошки углерода 11-100 нм и диоксида кремния 5-50 нм.

PhD, доцент Исмаилова Г.А.: По каким свойствам вы определяете, что это nano-KЭП?

Агчибаев Р.А.: по определению лауреата Нобелевской премии Ж.И. Алферова «Наноматериалы – это материалы, содержащие структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладают качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками». В данном случае мы модифицировали хромовую матрицу наноразмерными частицами, которые обеспечили качественно новые, в частности, улучшенные антикоррозионные свойства.

д.ф.-м.н., профессор, Приходько О. Ю.: разъясните почему nano-KЭП наноструктурированный?

Агчибаев Р.А.: наноструктурированным мы называем потому, что в данном случае хромовая матрица содержит в своей структуре наночастицы углерода и диоксида кремния. По определению Ж.И. Алферова «Нанотехнология – это совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм, имеющие принципиально новые качества и позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большого масштаба» (Алферов Ж.И., Асеев А.А., Гапонов С.В. И др. Наноматериалы и нанотехнологии. // Микросистемная техника. 2003, №8, с.3-13). Отсюда однозначно следует, так как нами при получении КЭП были использованы вторые фазы, дисперсность которых не превосходила 100 нм, то

эти КЭП можно считать наноматериалом, а технологию их получения – нанотехнологией.

д.ф.-м.н. Жарекешев И.Х.: какую толщину имеет нано-КЭП и какой размер кристаллов в кристаллической решетке?

Атчибаев Р.А.: Толщина нано КЭП - 60-70нм

д.ф.-м.н., профессор, Приходько О. Ю.: что вы понимаете под словом наносистемы?

Атчибаев Р.А.: наносистема - система, содержащая структурные элементы - нанообъекты, линейный размер которых хотя бы в одном измерении имеет величину, составляющую 1 - 100 нм, определяющие основные свойства и характеристики этой системы.

ВЫСТУПИЛИ:

Отечественный научный консультант Атчибаева Р.А., д.ф.-м.н., профессор Яр-Мухамедова Г.Ш. (Положительный отзыв прилагается): в результате проведенного исследования докторантом Атчибаевым Р.А. отработана методика осаждения наноструктурированных композиционных покрытий на основе хрома электролитическим методом с использованием в качестве армирующей фазы углерода в виде сажи ламповой с размерами частиц до 100 нм и диоксида кремния до 50 нм с контролируемой толщиной, составом и структурой. Наряду с этим докторантом Атчибаевым Р. А. был освоен синтез нанокристаллических покрытий двойными Fe-W(Mo) и тройными Fe-Co-W сплавами, оксидными покрытиями TiO₂-Co(Mn) с повышенными трибологическими, антикоррозионными и каталитическими свойствами с исследованием влияния режимов осаждения (стационарный, импульсный) на размеры нанокристаллов. Атчибаевым Р. А. установлено, что в нано- и аморфнокристаллических покрытиях из двойных Fe-W(Mo), Ti-Co(Mo) и тройных Fe-Co-Wo наносистем, осажденных электролитическим методом, увеличение плотности тока влияет на уменьшение размеров кристаллов и формирование аморфно-кристаллической структуры.

Атчибаевым Р. А. определена морфология синтезированных хромовых электролитических покрытий, определяется как температурой и плотностью тока, так и соотношением концентраций нанодисперсных порошков углерода и диоксида кремния в электролите-суспензии, что проявляется в формировании губчатой структуры при температуре осаждения 293-303 К, глобулярной при 313-323 К и гладкой беспористой при 333-343 К.

Разработаны новые электролиты-суспензии оптимального состава, позволяющие получить наноструктурированные КЭП Cr-SiO₂-C с улучшенными физико-химическими свойствами. Установлено, что рассеивающая и кроющая способность разработанных электролитов-суспензий хорошо описывается в рамках модели Фарадея-Онзагера, для которых площадь наноструктурированных покрытий возрастает при снижении

плотности тока электроосаждения с 7 до 3 кА/м², при этом наилучшее качество осаждения наблюдается при соотношении концентраций компонентов C/SiO₂ в электролите 4/16 г/л. Методами оптической металлографии, рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной и атомно-силовой микроскопии изучены микроструктура и фазовый состав нанокomпозиционных покрытий Cr-SiO₂-C. В результате проведенных исследований установлено значительное влияние армирующей фазы на морфологию покрытий в интервале концентрации нанодисперсной фазы в электролите-суспензии 15,0-25,0 г/л. Показано, что при концентрации сажи ламповой и диоксида кремния в электролите-суспензии меньше 15,0 г/л, структура поверхности нано-КЭП идентична чистому хромовому покрытию. Результаты диссертационной работы опубликованы в 15 научных изданиях, в том числе в международных рецензируемых рейтинговых журналах, и представлены на международных и республиканских научных конференциях, семинарах и патент. По результатам диссертационной работы Атчибаева Р.А. имеются публикации в журнале с высоким импакт-фактором (в 2018 г.) «Composition and corrosion behavior of iron-cobalt-tungsten» / Eurasian Chemico-Technological Journal Issue 20 (2), 2018, Pages 145-152. Атчибаевым Р.А. выполнены все поставленные перед ним задачи, цель исследования диссертации достигнута полностью. Считаю, что диссертационная работа Атчибаева Р.А. удовлетворяет установленным требованиям, предъявляемым к работам, представляемым на соискание степени доктора философии (PhD). Рекомендую диссертационную работу Атчибаева Р.А. к публичной защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 - наноматериалы и нанотехнологии».

Председатель заседания оглашает отзыв зарубежного научного консультанта – д.ф.-м.н., профессор Виелеба В. К., Вроцлавского университета науки и технологии, г. Вроцлав, Польша. (Положительный отзыв прилагается).

Рецензент д.ф.-м.н., профессор Приходько О. Ю.

Диссертация Атчибаева Р.А. на тему «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокomпозиционных покрытий» относится к актуальной области современной наноматериаловедения и нанотехнологии в целом. При этом продемонстрированы технология синтеза нанокристаллических покрытий двойными Fe-W(Mo) и тройными Fe-Co-W сплавами, оксидных покрытий TiO₂-Co(Mn) с повышенными трибологическими, антикоррозионными и каталитическими свойствами с исследованием влияния режимов осаждения (стационарный, импульсный) на размеры нанокристаллов. Атчибаевым Р. А. установлен, что в нанокристаллических покрытиях из двойных Fe-W(Mo), Ti-Co(Mn) и тройных Fe-Co-Wo сплавов, осажденных электролитическим методом, увеличение плотности тока влияет на уменьшение размеров кристаллов и формирование аморфно-кристаллической структуры.

Примечательно, что автору, Атчибаеву Р.А. удалось определить методами АСМ, СЭМ, ПЭМ и рентгеноструктурного анализа, что бинарные электролитические Fe-W(Mo) сплавы представляют собой тонкие нанокристаллические соединения с фазовым составом, который представляет собой твердый раствор вольфрама в α -Fe. Рентгенограммы тройных сплавов Fe-Co-W отражают аморфно-кристаллическую структуру, содержащую фазы α -Fe, интерметаллических соединений Fe_7W_6 , Co_7W_6 . Также Атчибаевым Р. А. определен, что химический и фазовый состав, а также рельеф, микроструктура сформированных слоев нано-КЭП могут изменяться путем модификации электролитов, плотности приложенного тока и режима осаждения (непрерывный, импульсный).

Следует отметить, что диссертационная работа содержит интересные научные результаты и написана с сохранением логической цепочки, что, несомненно, плюс. При этом, на мой взгляд, выделение наиболее важных заключений по обзору литературы главы 1 в конце главы по пунктам помогло бы яснее увидеть все предпосылки и мотивацию исследования; В тексте диссертационной работы важно акцентировать внимание на основные результаты приводимых виде рисунков и выдержать их пропорции; При этом, прибавит наглядности и информативности работе.

Диссертационная работа Атчибаева Р.А. полностью соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD). Я рекомендую диссертационную работу Атчибаева Р.А. к публичной защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 - наноматериалы и нанотехнологии».

Рецензент: к.ф.-м.н. Мурадов А. Д. (Положительная рецензия прилагается)

В диссертационной работе Атчибаева Р.А. «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокomпозиционных покрытий» реализован комплексный подход по изучению физико-химических свойств нанокomпозиционных покрытий.

Основные замечания и предложения по диссертационной работе:

В главе 2, пункт 3: необходимо показать, что представляют собой совокупность изложенных результатов по формированию нанокomпозиционных систем в электролитических покрытиях.

Дать детальное разъяснения как именно рассчитывалась действия сил на микро и наночастицу в объеме электролита, отобразить это в тексте диссертации.

С учетом вышеперечисленных замечаний, считаю, что диссертационная работа Атчибаева Р.А. на тему «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокomпозиционных покрытий» по актуальности, степени новизны, теоретической и практической значимости полученных результатов и объему исследования соответствует требованиям

«Правил присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии PhD по специальности «6D074000 - наноматериалы и нанотехнологии» и может быть допущена к публичной защите.

Председатель заседания: Давайте продолжим обсуждение.

Общее обсуждение: Оформление диссертации Атчибаева Р.А. с точки зрения содержания очень удачная, работа логически выдержана, а главы являются цельными и законченными. Работа содержит интересные научные результаты, которые могут быть обобщены и применены в практической нанотехнологии.

Есть небольшое замечание – необходимо выдержать регламент выступления, выделив лишь основные положения и значимые результаты. Нумерацию слайдов организовать в едином стиле и выделить более контрастным цветом, по причине того, что на некоторых слайдах их плохо видно или видно неразборчиво.

В целом, представленная диссертация является законченным, несет ценный научный материал и может быть рекомендована к защите на соискание степени Доктора философии (PhD) в области наноматериалы и нанотехнологии. Предлагаю утвердить следующее заключение по диссертационной работе.

Атчибаев Р.А.: Все представленные Вами замечания будут непременно учтены при подготовке окончательного варианта диссертации для представления на диссертационном совете.

Заключительное слово соискателя Атчибаева Р.А.:

Позвольте выразить благодарность всем присутствующим. Благодарю также за поставленные вопросы и сделанные замечания, которые я учту в окончательном тексте диссертации. Недочеты в материалах представленного доклада будут исправлены. Также систематизирую изложение материала, чтобы уложиться в заявленный регламент выступления.

Председатель заседания: на этом, обсуждение диссертации Атчибаева Р.А. можно считать законченным. Подведем итоги обсуждения работы Атчибаева Р.А. на тему «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокomпозиционных покрытий». Диссертация в целом завершена, с учетом всех упомянутых замечаний может быть рекомендована к защите. Предлагаю принять следующее заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заседания кафедры физики твердого тела и нелинейной физики КазНУ им. аль-Фараби по диссертации Атчибаева Р. А. на тему: «Процессы формирования микроструктуры и физико-химические свойства нанокomпозиционных покрытий», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 - наноматериалы и нанотехнологии»: Диссертация при учете замечаний может быть рекомендована к защите.

1. Актуальность темы исследования.

Среди наиболее востребованных материалов настоящего времени главное место занимают композиционные покрытия, для улучшения функциональных свойств которых применяют структурирование металлической матрицы нанодисперсными частицами, а также двойные и тройные сплавы с нанокристаллической структурой. Такие покрытия нашли применение 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 на детали оборудования, работающего в агрессивных средах и при высоких температурах.

Одним из перспективных направлений получения материалов с заданными свойствами является применение электрохимических методов, управлять которыми можно варьированием параметров электролиза: плотностью тока, температуры и времени. На сегодняшний день ведущими учеными США, Японии, Германии и стран СНГ изучены механизмы образования, получения и формирования свойств композиционных электрохимических покрытий (КЭП) на основе промышленно осаждаемых гальванических покрытий [1,2], установлены закономерности формирования электролитических композиций с микроразмерными частицами второй фазы [3], механизмы их внедрения в металлическую матрицу [4,5], а также исследованы их физико-химические свойства [6,7] разработаны теоретические основы прогнозирования их состава [8,9]. Однако до настоящего времени не решен вопрос систематических исследований процесса получения наноструктурированных композиционных электролитических покрытий (нано-КЭП) и нанокристаллических двойных сплавов, а также прогнозирования их состава и функциональных свойств.

Таким образом, исследование закономерностей формирования наносистем и их влияние на физико-химические свойства является одной из актуальных проблем современного наноматериаловедения.

2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (пп. 2, 5, 6 «Правил присуждения ученых степеней» и паспортов соответствующих специальностей научных работников).

Научные положения диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам такого рода.

В работе последовательно решаются поставленные соискателем задачи. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованных источников и приложения. В разделах приведены научно значимые, логично аргументированные выводы. Основные полученные результаты сводятся к следующему:

1. Отработана методика осаждения наноструктурированных композиционных покрытий на основе хрома электролитическим методом с использованием в качестве армирующей фазы углерода в виде сажи ламповой с размерами частиц 11-100 нм и диоксида кремния (5-50 нм) с контролируемой толщиной, составом и структурой. Показано, что количественным содержанием нанодисперсной фазы в хромовой матрице можно управлять, изменяя температуру и плотность тока. С повышением обоих параметров наблюдается увеличение концентрации нановключений.

2. Морфологию синтезированных хромовых электролитических покрытий можно целенаправленно формировать как с помощью варьирования режимов осаждения, так и изменением соотношения концентрации нанодисперсных порошков углерода и диоксида кремния в электролите, что проявляется в формировании губчатой структуры при температуре осаждения 293-303 К, глобулярной при 313-323 К и гладкой беспористой при 333-343 К.

3. Разработаны новые электролиты-суспензии оптимального состава, позволяющие получить наноструктурированные КЭП Cr-SiO₂-C с улучшенными физико-химическими свойствами. Установлено, что рассеивающая и кроющая способность разработанных электролитов-суспензий хорошо описывается в рамках модели Фарадея-Онзагера, для которых сплошность покрытий возрастает при снижении плотности тока электроосаждения с 7 до 3 кА/м², при этом наилучшее качество осадков наблюдается при соотношении концентраций компонентов C/SiO₂ в электролите 6/14 г/л.

4. Методами оптической металлографии, рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной и атомно-силовой микроскопии изучены микроструктура и фазовый состав нанокomпозиционных покрытий Cr-SiO₂-C. В результате проведенных исследований установлено, значительное влияние армирующей фазы на морфологию покрытий в интервале концентрации нанодисперсной фазы в электролите-суспензии 16,0-25,0 г/л. Показано, что при суммарной концентрации сажи ламповой и диоксида кремния в электролите-суспензии меньше 10,0-15,0 г/л структура поверхности нано-КЭП идентична чистому хромовому покрытию.

5. Оработана 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 с исследованием влияния режимов осаждения (стационарный, импульсный) на размеры нанокристаллов. Установлено, что в нанокристаллических покрытиях из двойных Fe-W(Mo), Ti-Co(Mo) и тройных Fe-Co-Wo сплавов, осажденных электролитическим методом, увеличение плотности тока влияет на уменьшение размеров кристаллов и формирование аморфно-кристаллической структуры.

6. Методами АСМ, СЭМ, ПЭМ и рентгеноструктурного анализа установлено, что бинарные электролитические Fe-W сплавы представляют собой тонкие нанокристаллические соединения с фазовым составом, который представляет собой твердый раствор вольфрама в α -Fe. Рентгенограммы тройных сплавов Fe-Co-W отражают аморфно-кристаллическую структуру, содержащую фазы α -Fe, интерметаллических соединений Fe_7W_6 , Co_7W_6 . Показано, что непрерывный режим осаждения позволяет формировать микрокристаллическую структуру, а импульсный t_{on}/t_{off} - 10/10 ms и 5/20 ms нано- и аморфно-кристаллическую.

7. Гравиметрические и потенциостатические исследования коррозионной стойкости полученных нано-КЭП в 3%-ном растворе NaCl и модельных растворах, что коррозионно-электрохимические характеристики покрытий из двойных Fe-W, Ti-Co(Mo) и тройных Fe-Co-W зависят от содержания тугоплавкого компонента и режимов осаждения, а увеличение химической стойкости в кислой среде обусловлено образованием на поверхности кислых оксидов вольфрама. В среднем нано-КЭП показали увеличение коррозионной стойкости от 10,2 до 85,3 раза.

8. Полупромышленные испытания полученных нано-КЭП показали, что покрытия из двойных Fe-W(Co) и тройных Fe-Co-W, Cr-SiO₂-C наносистем могут эффективно использоваться для упрочнения поверхностей стали и чугуна, а также в технологиях ремонта для восстановления изношенных деталей из этих материалов с приданием поверхности с улучшенными физико-механическими и трибологическими свойствами и коррозионной стойкостью.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.

Полученные в ходе исследования результаты и выводы отражают содержание всех разделов и подтверждаются публикациями основных научных результатов в рецензируемых международных и отечественных научных изданиях. Достоверность научных выводов работы подтверждается согласованностью с результатами независимых исследований и выводами, полученными другими авторами.

Основные результаты, содержащиеся в диссертации, были представлены и обсуждены на следующих конференциях:

1. Международная научная конференция студентов и молодых учёных «Фараби элемі». Алматы, Казахстан. 2018, 2019, 2020.

2. The 5th Global Conference on Polymer and Composite Materials. Kitakyushu. Japan. 2018.

3. International conference «Advanced technologies in research and education». Severodonetsk, Ukraine. 2018.

4. International multidisciplinary scientific geoconference SGEM. 2018, 2019. Albena, Bulgaria.

Степень новизны каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые:

1. Впервые 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(Mo), Ti-Co(Mn) и тройных Fe-Co-W систем, полученных электрохимическим методом. Установлено, что основные функциональные свойства нано-КЭП существенно зависят от температуры электроосаждения в диапазоне температур 303-323К.

2. Теоретический анализ и представленные в работе результаты экспериментальных исследований способствуют как развитию теоретических представлений о физических свойствах композиционных наноструктур, так и помогают найти их оптимальные параметры для применений в машиностроении, нефтедобывающей и химической индустрии.

3. Впервые установлен механизм совместного осаждения железа с вольфрамом в сплав совместного осаждения железа с вольфрамом и железа с молибденом в наноструктурный сплав и обосновано влияние состава электролитов и режимов осаждения (стационарный и импульсный) на содержание компонентов, морфологию, структуру, свойства и эффективность процесса электроосаждения покрытий Cr-SiO₂-C, Fe-W(Mo), Ti-Co(Mn), Fe-Co-W.

На основе количественного анализа экспериментальных данных по кинетике окисления в условиях подтоварных вод Карачаганакского месторождения, а также по результатам промышленных испытаний нано-КЭП, предложена феноменологическая модель для описания формирования микроструктуры нанокомпозиционных, полученных на подложке из стали Ст3, AISI 304 и 17Г1С.

4. **Направленность полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической или практической задачи.**

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 на детали оборудования, работающего в агрессивных средах и при высоких температурах.

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.

5. Конкретное личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации.

Автор диссертации принимал участие в получении анализа и экспериментальных данных во Вроцлавском университете науки и технологии, г. Вроцлав, Польша.

Принимал участие в выполнении проекта по грантовому финансированию МОН РК ИРН АР05130069 «Разработка нанотехнологии синтеза функциональных гальванических покрытий для комплектующих электрооборудования» 2018-2020 г.г. (№ гос. регистрации 0118РК00315).

Результаты анализа были получены лично соискателем. Постановка задач и обсуждение результатов проводились совместно с научными консультантами.

6. Оценка внутреннего единства полученных результатов.

Диссертационная работа представляет собой логически завершенный научный труд, обладающий внутренним единством. Четко сформулированные цель и задачи исследования привели к последовательному теоретическому и методологическому решению в каждом разделе диссертации, которые сформированы в виде основных результатов составляющих основу положений, выносимых на защиту; все результаты, выводы и заключения внутренне взаимосвязаны.

7. Подтверждение полноты опубликования основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации.

Полученные в диссертации результаты опубликованы в 15 работах, из них:

Статьи с высоким импакт-фактором по базе данных Thomson Reuters или в изданиях, входящих в международную научную базу данных Scopus:

1. Ved', M., Sakhnenko, N., Yermolenko, I., Yar-Mukhamedova, G., Atchibayev R / Composition and corrosion behavior of iron-cobalt-tungsten/ Eurasian Chemicotechnological Journal Issue 20 (2), 2018, Pages 145-152.

Статьи в изданиях, рекомендованных КОКСНВО МОН РК:

1. Сахненко Н.Д., Ведь М.В., Каракуркчи А.В., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р. А., /Антикоррозионные свойства наноконпозиционных покрытий в аминных средах/ Вестник КазННТУ № 3 (127) Алматы, Казахстан 2018 г., стр. 589 – 593.

2. Наривский А.Э., Субботин С.А., Беликов С.Б., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р. А., / Влияние параметров оборотных вод, химического состава и структурной гетерогенности стали AISI304 на ее питтинговость/ Вестник КазННТУ № 1 (131) Алматы, Казахстан 2019 г., стр. 240 – 250.

3. Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р. А., / Исследование морфологии и микротвердости антикоррозионных наноконпозиционных электролитических покрытий Cr-C-SiO₂/ Вестник КазННТУ № 5 (141) Алматы, Казахстан 2020 г., стр. 708 – 714.

В зарубежных международных конференциях:

1. Кызырова А., Атчибаев Р. А. Исследование коррозионной стойкости наноконпозиционных электролитических покрытий на основе хрома/ Сборник трудов III конференции студентов и молодых ученых «Химическая физика и наноматериалы» посвященной памяти Мансурова Б. З. Алматы, Казахстан. 2018.- С. 76

2. Яр-Мухамедова Г. Ш., Атчибаев Р. А. Исследование наноконпозиционных электролитических покрытий Cr-C-SiO₂ методом низковакуумного сканирующей электронной микроскопии / Международная научная конференция студентов и молодых учёных «Фараби элеми». Алматы, Казахстан. 2020- С. 189- 193.

3. Yar-Mukhamedova, G., Ved, M., Karakurkchi, A., Sakhnenko, N., Atchibayev R / Research on the improvement of mixed titania and Co (Mn) oxide nano-composite coatings/ IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 369, № 1. К 2018.

4. Яр-Мухамедова Г.Ш., Мукашев К. М., Мурадов А. Д., Атчибаев Р. А., / Модифицированный электролит для получения наноконпозиционных покрытий с улучшенными антикоррозионными свойствами / Intern. Conf. «Advanced technologies in research and education». Severodonetsk, Ukraine. 2018.- Pp. 24-25.

5. Ved', M., Sakhnenko, N., Yermolenko, I., Yar-Mukhamedova, G. Atchibayev R. Nano composition Ti-Co(Mn) coatings investigation / 18th International Sc. GeoConf. SGEM 2018. Vol. 19 (6.1). 2018.- Pp.307-315.

6. Atchibayev R., Mukashev K., Muradov A., Kyzyrova A., Aitbayev Z. Anti – corrosion properties of nanocomposite coatings in amine environments/18th International Sc. GeoConf. SGEM 2018. Vol. 19 (6.1). 2018.- Pp.39-47.

7. Яр-Мухамедова Г.Ш., Мукашев К. М., Мурадов А. Д., Атчибаев Р. А. «Разработка рекомендаций по применению коррозионностойких нано-КЭП

для защиты насосов воды ТЭЦ» / International conference «Problems of corrosion protection of materials». Lvov, Ukraine. 2018. - P. 249-252.

8. Temirgaliyeva E., Belisarova F., Kalmurzayeva V., Yar-Mukhamedov Y., Atchibayev R. «Effect of deposition temperature on corrosion resistance of nano-CEC» / 19th International Sc. GeoConf. SGEM 2019. Vol. 19 (6.1). 2019.- Pp.167-173.

9. Yar-Mukhamedov Y., Atchibayev R. Baisholanova K., Myrzakul S. «Computer simulation of composition coatings with set properties» / 19th International Sc. GeoConf. SGEM 2019. Vol. 19 (6.1). 2019.- Pp. 125-130.

10. Narivskiy A., Yar-Mukhamedov Y., Mukashev K., Muradov A «Investigation of electrochemical properties in chloride-containing commercial waters» / 18th International Sc. GeoConf. SGEM 2018. Vol. 18 (6.1). 2018.- Pp. 267-275.

Патент:

1. Патент РК № 3440. Электролит для нанесения нанопокровтий сплавом железо-вольфрам. Опубл. 11.11.2019.

8. Наименование специальности, паспорту которой соответствует диссертация.

Диссертация Атчибаева Р.А. «Процессы формирования микроструктуры и физико – химические свойства наноконпозиционных покрытий», представлена на соискание степени PhD по специальности «6D074000 - наноматериалы и нанотехнологии».

9. Соответствие диссертации предъявляемым требованиям «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

Диссертация Атчибаева Р.А. на тему: «Процессы формирования микроструктуры и физико – химические свойства наноконпозиционных покрытий» вносит вклад в развитие фундаментальной задачи по изучению процессов формирования микроструктуры и физико–химические свойства наноконпозиционных покрытий. Разработанные в диссертации методы также применяются для определения физико-химических свойствах наноконпозиционных наноструктур. Выполненная работа может быть охарактеризована как исследование, имеющее научную значимость и практическую ценность и отвечающее требованиям «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа Атчибаева Р.А. рекомендуется к защите на соискание степени PhD по специальности «6D074000 - Наноматериалы и нанотехнологии».

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Утвердить заключение расширенного заседания кафедры физики твердого тела и нелинейной физики КазНУ им. аль-Фараби № 3 от 08 ноября 2022 года по диссертации докторанта (PhD) Атчибаева Рустама Алибековича на тему: «Процессы формирования микроструктуры и физико – химические свойства нанокomпозиционных покрытий», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 - наноматериалы и нанотехнологии».

2. Рекомендовать диссертационную работу Атчибаева Рустама Алибековича на тему: «Процессы формирования микроструктуры и физико – химические свойства нанокomпозиционных покрытий», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 - Наноматериалы и нанотехнологии» к защите.

Результаты голосования: «за» - единогласно, «против» - нет, «воздержавшихся» - нет.

Председатель расширенного заседания
кафедры физики твердого тела
и нелинейной физики,
зав. каф., PhD, и.о. профессора



М.К. Ибраимов

Секретарь

Г.Б. Жуман

РАСТАЙМЫН
ал-Фараби атындағы ҚазНУ Ғылыми кадрларды
даярлау және аттестаттау басқармасының басшысы

ЗАВЕРЯЮ

Начальник управления подготовки и аттестации
научных кадров КазНУ им. аль-Фараби

Р.Е. Кудайбергенова

« _____ » _____ 20__ ж.г.