



REVIEW  
OF THE FOREIGN SCIENTIFIC CONSULTANT

for the dissertation thesis of Atchibayev Rustem Alibekovich

*“Nanocomposition coatings formation processes and  
physical and chemical properties”*,

submitted to obtain the scientific degree Doctor of Philosophy, Ph D,  
on speciality 6D074000 - Nanomaterials and nanotechnology.

The dissertation of Rustem Atchibayev is devoted to studying physical and mechanical properties and the patterns of microstructure formation of chromium-based composite coatings modified with nanosized particles, heterogeneous binary and triple systems obtained by the electrolytic method.

For the first time, a comprehensive study of the processes of microstructure formation and physicochemical properties, chromium-based composite coatings structured by nanoscale particles (C, SiO<sub>2</sub>), as well as nanocrystalline coatings from double Fe-W (Co), Ti-Co (Mn) and triple Fe-Co-W systems obtained by the electrochemical method. A new approach has been developed for controlling the size of crystals in binary Fe-W (Co), Ti-Co (Mn), and ternary composite Fe-Co-W systems based on variations in current density and formation modes of multicomponent coatings. Except that, the mechanism of co-precipitation of iron with tungsten and iron with molybdenum into a nanostructured alloy was established for the first time and the effect of the composition of electrolytes and deposition modes on the content of components, morphology, structure, properties and efficiency of the electrodeposition process of Cr-SiO<sub>2</sub>-C, Fe-W (Co) coatings were substantiated. Ti-Co (Mn), Fe-Co-W.

Based on a quantitative analysis of experimental data on the kinetics of oxidation, as well as on the results of tests of physicomechanical properties (microhardness and tribological characteristics), a phenomenological model is proposed to describe the formation of the microstructure of nanocomposite coatings obtained on the steel substrates (St3, AISI304 and 17G1S).

The composition of the microstructure of nano-CECs was studied by optical metallography, spectrometric and X-ray diffraction analysis, scanning electron and atomic force microscopy. To study the corrosion properties, gravimetric and potentiodynamic methods were used, as well as a method for measuring electrical resistance. The physicomechanical properties were studied by methods of



Wrocław University of Science and Technology

Wrocław University of Science  
and Technology

27 Wybrzeże Wyspiańskiego St  
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614

NIP: 896-000-58-51

Bank Account

37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



measuring microhardness and adhesion and using tribological tests. Mathematical modelling of the formation of electrolytic coatings and prediction of functional properties were carried out based on the laws of electrochemistry in electrometallurgy.

In his dissertation, Atchibayev R.A. has presented the possibility of applying the composition of nanostructured composite coatings based on chromium, as well as nanocrystalline coatings from iron-tungsten and iron-cobalt alloys for corrosion protection of surfaces made of carbon steel St3 and structural AISI304 and 17G1S steels. It confirms the applicability of the tested coatings to improve the functional properties of steels in neutral and alkaline environments. Based on the research results, a new electrolyte was developed, obtained for the utility model "*Electrolyte for applying nanocoatings with an iron-tungsten alloy*" (the patent of the Republic of Kazakhstan No. 3440 dated 11.11.2019).

The results and conclusions obtained during the study reflect the content of all sections and are confirmed by the publication of the main scientific results in peer-reviewed international and domestic scientific publications. The reliability of the scientific conclusions of the work is confirmed by consistency with the results of independent studies and conclusions obtained by other authors.

The PhD thesis is stringent and logical, and it presents scientific, qualification, completed research and is of interest for a large section of scientists in the area of material science and nanotechnology.

Atchibayev R.A. has reported the basic result of dissertation work at several International and Republican conferences. He is the author of a few scientific papers including the publications in the journals entering into Scopus and Web of Science database or recommended by the Committee for control in the field of education and science of the Ministry of education and science of the Republic of Kazakhstan. The PhD student passed a scientific internship at the Wrocław University of Science and Technology, where tribological studies were done.

The personal contribution of the PhD student Atchibayev R.A was to plan and conduct experiments, conduct theoretical and experimental studies, discuss and summarize the results. The results presented in the thesis were obtained by the author, as well as together with the staff of the Faculty of Mechanical Engineering of the Wrocław University of Science and Technology (Poland) and Physical Chemistry of the Kharkiv Polytechnic University (Ukraine).

The work was carried out under the project of grant financing of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan 2018-2020. AR05130069





**РЕЦЕНЗИЯ**  
**ИНОСТРАННОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА**  
на диссертационную работу Атчибаева Рустема Алибековича  
*«Процессы формирования нанокomпозитных покрытий и физико-химические свойства»*  
представленной на получение ученой степени Доктора философии (PhD)  
по специальности 6D074000 – Наноматериалы и нанотехнология

Диссертация Рустем Атчибаева посвящена изучению физико-механических свойств и образцов формирования микроструктуры композитных покрытий на хромовой основе, модифицированных наноразмерными частицами, неоднородных двухкомпонентных и трехкомпонентных систем, полученных электролитным методом.

Впервые было проведено всестороннее изучение процессов формирования микроструктуры и физико-химических свойств, композитных покрытий на хромовой основе, структурированных наномасштабными частицами (C, SiO<sub>2</sub>), а также нанокристаллических покрытий из двухкомпонентных Fe-W (Co), Ti-Co (Mn) и трехкомпонентных Fe-Co-W систем, полученных электрохимическим методом. Разработан новый подход к контролю размера кристаллов в двухкомпонентных Fe-W (Co), Ti-Co (Mn) и трехкомпонентных Fe-Co-W системах на основе изменений в текущих режимах плотности и формирования многокомпонентных покрытий. Кроме того, впервые установлен механизм совместного осаждения железа с вольфрамом и железа с молибденом в наноструктурированный сплав и обосновано воздействие состава электролитов и режима осаждения на содержание компонентов, морфологию, структуру, свойства и эффективность процесса электроосаждения покрытий Cг-SiO<sub>2</sub>-C, Fe-W (Co), Ti-Co (Mn), Fe-Co-W.

На основании количественного анализа экспериментальных данных на кинетику окисления, а также результатов испытаний физико-механических свойств (микротвёрдость и трибологические характеристики), предложена феноменологическая модель, чтобы описать формирование микроструктуры нанокomпозитных покрытий, полученных на стальных подложках (St3, AISI304 и 17G1S).

Состав микроструктуры нано-СЕС изучен с помощью оптической металлографии, спектрометрического и рентгеноструктурного анализа, растровой электрохимической и атомно-силовой микроскопии. Для изучения коррозионных свойств использовались гравиметрические и потенциодинамические методы, а также метод измерения электрического сопротивления. Физико-механические свойства были изучены методом измерения микротвёрдости и адгезии, применения трибологических испытаний. Математическое моделирование формирования электролитных покрытий и прогноз функциональных свойств проводились на основании законов электрохимии в электрометаллургии.

В своей диссертации, Р. А. Атчибаев представил возможность применения состава наноструктурированных композитных покрытий на основе хрома, а также нанокристаллических покрытий из сплавов железа-вольфрама и железа-кобальта для коррозионной защиты поверхности из углеродной стали St3, структурной стали AISI304 и 17G1S. Это подтверждает применимость испытанных покрытий для улучшения функциональных свойств стали в нейтральной и щелочной среде. На основании результатов исследования был разработан новый электролит, полученный для полезной модели «Электролит для применения нанопокpытий со сплавом железа-вольфрама» (патент Республики Казахстан № 3440 от 11.11.2019).

Результаты и заключения, полученные во время исследования, отражают содержание всех разделов и подтверждены публикацией основных результатов исследования в рецензируемых международных и отечественных научных журналах. Надежность научных заключений работы подтверждена согласованностью с результатами независимых исследований и заключений, полученных другими авторами.

Докторская диссертация точная и логичная, представляет научное, квалификационное, завершенное исследование и представляет интерес для большого количества ученых в области материаловедения и нанотехнологии.

Р. А. Атчибаев представил основной результат диссертационной работы на нескольких международных и республиканских конференциях. Он является автором нескольких научных работ, включая публикации в журналах, внесенных в базу данных Scopus и Web of Science или рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. Докторант прошел научную стажировку во Вроцлавском техническом университете, где проводились трибологические исследования.

Личным вкладом докторанта Р. А. Атчибаева было планирование и проведение экспериментов, теоретических и экспериментальных исследований, обсуждение и подведение итогов. Результаты, представленные в диссертации, были получены автором, а также вместе с преподавательским составом Факультета машиностроения Вроцлавского технического университета (Польша) и физической химии Харьковского политехнического университета (Украина).

Работа проводилась в рамках проекта грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан 2018-2020. AR05130069 «Развитие нанотехнологии для синтеза функциональных гальванических покрытий для электрических элементов» в приоритетной области «Рациональное использование природных ресурсов, включая водные ресурсы, геологию, обработку, новые материалы и технологии, безопасную продукцию и структуры». Государственный регистрационный номер 0118PK00315.

На основании вышеизложенного я могу заключить, что объем, уровень исполнения, точность, научно-практическая значимость достигнутых результатов соответствуют всем требованиям, установленным к диссертациям Комитетом по контролю в сфере образования и науки при Министерстве образования и науки Республики Казахстан для докторских диссертаций.

Р. А. Атчибаев заслуживает степени кандидат наук по специальности 6D074000 – Наноматериалы и нанотехнология.

Иностранный научный консультант  
Доктор наук, профессор  
Войцех Велеба  
/подпись/

---

HR Excellence in Research  
Вроцлавский технический университет  
ул. Wybrzeze Wyspianskiego 27  
50-370 Вроцлав

[www.pwr.edu.pl](http://www.pwr.edu.pl)  
REGON: 000001614  
NIP: 896-000-58-51  
Банковский счет  
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

Текст-перевод документа с английского языка на русский язык выполнен агентством переводов ТОО «World-Translate», БИН 191040030328, в лице директора Мамбетова Зарифа Ильдашевича, 04.12.1990 года рождения, место рождения Алматы, ИИН 901204300387.



Город Алматы, Республика Казахстан, четвертое сентября две тысячи двадцатого года.

Я, Абданбеков Ермек Мекемтасович, нотариус города Алматы, действующий на основании государственной лицензии №0002810 от 29.12.2009 года, выданной Комитетом регистрационной службы и оказания правовой помощи Министерства юстиции Республики Казахстан.

Свидетельствую подлинность подписи директора ТОО «World-Translate» Мамбетова Зарифа Ильдашевича, которая сделана в моем присутствии. Личность представителя установлена, дееспособность его и полномочия, а также правоспособность ТОО «World-Translate» проверены.

Зарегистрировано в реестре за № 2133.

Взыскано: 2056 тенге

Нотариус



