

УТВЕРЖДАЮ



Член правления-проректор
по науке и инновациям
НАО ВКТУ имени Д. Серикбаева
Ж.Т. Конурбаева
2025 г.

Протокол № 9 от 23 Июня 2025 года заседания расширенного научного семинара Центра физики Международной школы инженерии Восточно-Казахстанского технического университета имени Д. Серикбаева

ПРИСУТСТВОВАЛИ: Ассоциированный профессор, доктор PhD Баятанова Л.Б., старший преподаватель Арингожина З. Е.; преподаватель Молдабаева Г.С., ведущий научный сотрудник ЦП «Veritas», доктор PhD Табиева Е.Е., ведущий научный сотрудник ЦП «Veritas», доктор PhD Даулетканов Е.Д., ведущий научный сотрудник ЦП «Veritas», доктор PhD Сағидұғұмар А.Н., инженер-исследователь ЦП «Veritas» Уркубай А.С., докторант PhD Сағымбаева Э.С., докторант PhD Серікбайқызы А., старший научный сотрудник ЧУ «National Laboratory Astana» Тұрлыбекұлы А., профессор д.ф.-м.н. СумГУ (Украина) Погребняк А.Д., старший научный сотрудник РГП на ПХВ «Институт ядерной физики» Алдабергенова Т.М.

Председатель – Баятанова Л.Б.

Секретарь научного семинара – Арингожина З.Е.

ПОВЕСТКА ДНЯ

Обсуждение диссертационного исследования на тему «**Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий**», представленного на соискание ученой степени доктора философии (Ph.D) по специальности «8D05301 – Техническая физика» докторанта Ph.D зачисленного в 2020 г. на кафедру технической физики факультета машиностроения и транспорта Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева по специальности «8D05301 – Техническая физика» Касымбаева А.В..

СЛУШАЛИ:

Председатель заседания. Баятанова Л.Б.:

Повестка дня приведена.

Тема диссертационной работы «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий» и научные консультанты Касымбаева А.В. утверждены на заседании Ученого совета ВКТУ имени Д. Серикбаева от 30 Мая 2025 г. (Приказ № 515-С):

Отечественный научный консультант: старший научный сотрудник ЧУ «National Laboratory Astana» Тұрлыбекұлы А.,

Зарубежный научный консультант: профессор д.ф.-м.н. СумГУ (Украина) Погребняк А.Д.,

Научные стажировки Касымбаев А.В. проходил с 3 по 17 июля 2023 года на базе Вроцлавского университета науки и техники (Wroclaw University of Science and Technology), г. Вроцлав (Польша).

Рецензенты: старший научный сотрудник РГП на ПХВ «Институт ядерной физики» Алдабергенова Т.М., ведущий научный сотрудник ЦП «Veritas», доктор PhD Табиева Е.Е..

Если нет вопросов по повестке, слово предоставляется соискателю Касымбаеву А.В.

Касымбаев А.В.. Представляю вашему вниманию доклад по моей диссертационной работе «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий». В работе обосновывается актуальность темы диссертационной работы, определяются ее цель и задачи, объект исследования, характеризуется степень изученности проблемы, раскрываются научная новизна, практическая значимость работы, указываются источники и методы исследования, а также формулируются положения, выносимые на защиту и основные выводы по результатам исследования.

ВОПРОСЫ

Арингожина З.Е. Как определял размер зерен приведенный в таблице 5?

Касымбаев А.В. Данная характеристика была получена методом рентгеновской дифракции, в частности использованием уровня Шеррера, где используется ширина на полувысоте пиков рентнограммы (на английском *Full width at half maximum -FWHM*).

Баятанова Л.Б. Почему выбран метод катодно-дугового осаждения (CA-PVD) для синтеза покрытий?

Касымбаев А.В. Метод катодно-дугового осаждения обеспечивает высокую адгезию, плотность покрытия и точный контроль состава, что особенно важно для создания многослойных структур с нанометровыми слоями, как в случае WN/MeN.

Даулетканов Е.Д. Какой вклад вносят многослойные покрытия в улучшение механических и трибологических свойств?

Касымбаев А.В. Многослойные покрытия увеличивают износостойкость, твердость и термическую стабильность за счет комбинации свойств отдельных слоев. Например, системы WN/NbN показали наименьшую скорость износа и улучшенные трибологические характеристики.

Уркубай А.С. Какие результаты были достигнуты при увеличении потенциала смещения?

Касымбаев А.В. Увеличение потенциала смещения привело к уменьшению остаточных напряжений, увеличению плотности и уменьшению

размера зерен в покрытиях, что положительно сказалось на их механических свойствах.

Серікбайқызы А. Какие преимущества продемонстрировала система WN/NbN по сравнению с другими покрытиями?

Касымбаев А.В. Система WN/NbN имеет самый низкий коэффициент трения и минимальные значения износа, благодаря чему она является наиболее перспективной для применения в условиях интенсивного трения..

Баятанова Л.Б. Если больше нет вопросов, то предлагаю перейти на заслушивание рецензентов.

ВЫСТУПИЛИ:

Ведущий научный сотрудник ЦП «Veritas», доктор PhD Табиева Е.Е., (внутренний рецензент):

Рецензия на работу Касымбаева А.В.. «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий» по специальности «8D05301 – Техническая физика».

Работа вносит значительный вклад в область материаловедения, расширяя представления о влиянии второго слоя на трибомеханические свойства многослойных покрытий. Полученные результаты позволили улучшить механические свойства таких покрытий, как твердость и износостойкость, что открывает перспективы для их применения в условиях высоких нагрузок и температур. Кроме того, проведенные теоретические расчеты из первых принципов и их сопоставление с экспериментальными данными усиливают научную новизну работы.

Автор продемонстрировал высокий уровень самостоятельности в выполнении диссертационного исследования. Все этапы — от постановки задач до анализа результатов — выполнены с высокой степенью независимости. В работе представлен целостный подход к исследованию, начиная от синтеза многослойных покрытий и заканчивая детальным анализом их микроструктуры и свойств.

Все разделы диссертации логически взаимосвязаны и последовательны. Автор тщательно рассматривает как теоретические основы исследования, так и экспериментальные методы. Результаты работы логично вытекают из проведенных исследований, что свидетельствует о высоком уровне проработки материала. Актуальность работы обоснована в контексте создания покрытий с повышенными эксплуатационными характеристиками для широкого промышленного применения.

Содержание диссертации ясно отражает тему исследования. Приведенные в диссертации анализ современной научно-технической литературы, описание материалов и методов экспериментальных исследований, а также проведенный анализ экспериментальных данных и выводы согласованы друг с другом и соответствуют теме диссертации.

Цель и задачи исследования полностью соответствуют теме диссертации. Основная цель работы заключается в изучении влияния второго нанослоя на структуру и свойства многослойных покрытий WN/MeN, что напрямую связано

с темой диссертации. Задачи исследования включают синтез многослойных покрытий, анализ их микроструктуры, фазового состава, механических и трибологических свойств, а также оптимизацию процесса осаждения, что также полностью соответствует теме и позволяет достичь поставленной цели

Все разделы и положения диссертации тесно взаимосвязаны между собой, поскольку научные результаты диссертационной работы, обладают внутренней целостностью. Полученные результаты логически связаны друг с другом и организованы в структурированную форму. Диссертация включает введение, пять основных разделов, заключение и список использованных источников.

Уверена, что работа Касымбаева А.В.. соответствует всем требованиям, предъявляемым Комитет по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан к PhD-диссертационным работам. Поэтому настоятельно рекомендую присвоить Касымбаеву Алексею Валерьевичу степень доктора философии (PhD) по специальности «8D05301 – «Техническая физика».

Старший научный сотрудник РГП на ПХВ «Институт ядерной физики» Алдабергенова Т.М. (внешний рецензент):

Рецензия на работу «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий» Касымбаева А.В. по специальности «8D05301 – Техническая физика».

Научные результаты, предоставленные в работе Касымбаева А.В.. были полностью обоснованы и достигнуты посредством проведенных экспериментов. Работа вносит существенный вклад в науку, так как исследует влияние второго слоя на свойства многослойных покрытий на основе нитрида вольфрама (WN), что является актуальной задачей в материаловедении. Полученные результаты открывают новые возможности для создания покрытий с улучшенными механическими и трибологическими характеристиками, что имеет важное значение для промышленных применений в условиях высоких температур и нагрузок. Важность работы хорошо раскрыта через систематическое исследование микроструктуры и свойств покрытий, подкрепленное экспериментальными данными и теоретическими расчетами.

Касымбаев Алексей Валерьевич продемонстрировал высокий уровень самостоятельности в своей работе. Автор самостоятельно провел комплекс экспериментальных исследований, анализировал полученные данные и сделал обоснованные выводы по влиянию второго слоя на свойства многослойных покрытий WN/MeN. Работа показывает, что автор умеет формулировать исследовательские задачи, разрабатывать методики и интерпретировать результаты, что свидетельствует о его высоком уровне самостоятельности в проведении научного исследования.

Актуальность диссертационного исследования заключается в разработке новых многослойных покрытий на основе нитрида вольфрама (WN) и различных нитридов переходных металлов (MeN), таких как Zr, Cr, Mo, и Nb, с использованием метода катодно-дугового осаждения (CA-PVD). Нитриды переходных металлов обладают уникальными механическими, трибологическими и тепловыми характеристиками, что делает их важными для

применения в различных отраслях, таких как машиностроение, энергетика и медицина. В частности, нитрид вольфрама является перспективным материалом для защитных покрытий благодаря своей высокой твердости, термической стабильности и износостойкости. Однако влияние второго слоя нитрида металла на свойства многослойных систем до конца не изучено, что и делает эту тему актуальной.

Я считаю, что работа Касымбаева А.В. соответствует требованиям «Правил присуждения ученых степеней» Комитет по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, так как предложенные выносимые задачи исследования были достигнуты и подробно экспериментально описаны. Работа является законченной, соответствующей требованию о новизне и значимости, соответственно, считаю, что Касымбаев Алексей Валерьевич заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «8D05301 – Техническая физика».

Касымбаев А.В. Предложения, сделанные рецензентами Табиевой Е.Е. и Алдабергеновой Т.М. будут учтены при подготовке окончательного варианта диссертации. Спасибо за предложения.

Выступил зарубежный научный консультант профессор д.ф.-м.н. СумГУ (Украина) Погребняк А.Д.

Диссертационная работа представляет собой результат глубокого научного исследования, направленного на разработку и изучение многослойных защитных покрытий на основе нитрида вольфрама (WN) и нитридов металлов (MeN, где Me = Cr, Zr, Mo, Nb). Работа выполнена с использованием метода катодно-дугового физического осаждения (CA-PVD), что позволило получить покрытия с уникальными свойствами и высокой износостойкостью. Актуальность темы определяется возрастающим спросом на высококачественные защитные покрытия для промышленных инструментов и механизмов, работающих в условиях повышенных температур, агрессивной среды и экстремальных механических нагрузок.

Особо стоит отметить методическую и экспериментальную строгость, с которой выполнено исследование. Автором использовались современные методы анализа, включая рентгеновскую дифракцию (GIXRD), растровую и просвечивающую электронную микроскопию (РЭМ и ПЭМ), а также спектроскопию. Для оценки механических свойств покрытий применялись нанотвердометрия и скретч-тестирование. Эти подходы обеспечили высокую достоверность полученных результатов, что подтверждается их публикацией в авторитетных научных изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

Работа имеет четкую структуру, логически выстроенные главы и последовательное изложение результатов. Введение обоснованно раскрывает актуальность темы, цели и задачи исследования. В основной части представлены как теоретические аспекты, так и экспериментальные результаты,

которые наглядно демонстрируют достижения автора. Заключение содержит основные выводы и рекомендации, подкрепленные экспериментальными данными.

Следует подчеркнуть, что автор внес значительный личный вклад в проведение исследований. Им самостоятельно формулировались задачи исследования, осуществлялся синтез покрытий методом СА-PVD, проводился анализ микроструктуры и фазового состава, а также изучались механические свойства полученных покрытий. Результаты работы подтверждены сотрудничеством с ведущими отечественными и зарубежными научными центрами, что свидетельствует о высоком уровне исследований.

Считаю, что по объему, уровню исполнения, достоверности и научно-практической значимости полученных результатов, диссертация Касымбаева А.В. отвечает всем требованиям, предъявляемым Комитетом по контролю в сфере образования и науки МНВО РК. Докторант вполне достоин присуждения искомой ученой степени доктора философии Ph.D по специальности «8D05301 – «Техническая физика».

Отечественный научный консультант старший научный сотрудник ЧУ «National Laboratory Astana» Тұрлыбекұлы А.

Диссертационная работа посвящена исследованию многослойных защитных покрытий WN/MeN, синтезированных методом катодно-дугового физического осаждения (CA-PVD). Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью разработки покрытий, обладающих повышенной твердостью, износостойкостью и термостойкостью, которые находят применение в машиностроении, энергетике, авиационной и автомобильной промышленности, а также в медицине.

Работа выполнена с использованием современных методов исследования. Для изучения микроструктуры применялись рентгеновская дифракция, растровая и просвечивающая электронная микроскопия. Оценка механических свойств проводилась с использованием нанотвердомера и скретч-тестирования. Для анализа фазового состава применялись методы спектроскопии. Такой подход обеспечил высокую достоверность полученных данных, что подтверждается их публикацией в авторитетных международных изданиях.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов для создания защитных покрытий, применяемых в промышленности. Особое внимание уделено покрытиям, которые могут быть использованы в производстве режущих инструментов и деталей механизмов, работающих в агрессивных средах и при высоких температурах. Также данные результаты могут найти применение в медицине для изготовления хирургических инструментов и имплантатов с повышенной износостойкостью.

Личный вклад автора в выполнении исследования выражается в самостоятельной постановке задач, проведении теоретических расчетов, синтезе покрытий методом СА-PVD и анализе их свойств. Автором достигнута высокая степень обоснованности и достоверности результатов, что подтверждается сотрудничеством с ведущими научными центрами и публикацией результатов в престижных научных журналах.

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям такого уровня, и имеет высокую научную и практическую значимость, а соискатель Касымбаев А.В. заслуживает присуждения научной степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05301 – «Техническая физика».

Баятанова Л.Б.: На этом обсуждение диссертационного исследования Касымбаева Алексея Валерьевича можно считать завершенным. Подведем итоги обсуждения работы докторанта Касымбаева А.В., и перейти к голосованию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

из протокола №__ __ от 23 Июня 2025 года заседания расширенного научного семинара Центра физики Международной школы инженерии Восточно-Казахстанского технического университета имени Д. Серикбаева на тему «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий»; представленного на соискание ученой степени доктора философии (Ph.D) по специальности «8D05301 – Техническая физика.

Актуальность темы исследования.

Нитриды переходных металлов стали неотъемлемой частью технологий производства. В связи с повышенным спросом на сверлильные и режущие инструменты, работающие при экстремальных температурах и скоростях обработки, защитные покрытия широко используются для увеличения срока службы инструментов и устранения необходимости в смазке. Таким образом, они снижают экологические риски и повышают качество изготовленных инструментов, в конечном итоге сокращая затраты на обслуживание. Нитриды крайне популярны для такого использования и активно изучаются многими специалистами в области материаловедения. Монослойные (однослойные) нитриды, такие как TiN, ZrN и CrN, используются для трибологических приложений на протяжении десятилетий. Тем не менее, многочисленные исследования показали, что осаждение последовательных двух нитридных слоев приводит к созданию многослойных покрытий с превосходящими свойствами, как можно видеть на примере покрытий TiN/ZrN, TiN/CrN, CrN/ZrN, MoN/CrN и TiN/MoN . Это привело к широкому интересу к многослойной архитектуре, поскольку она обеспечивает высокую твердость, износостойкость и термическую стабильность. Она эффективно препятствует распространению трещин благодаря многочисленным интерфейсам между слоями и зернами. С другой стороны, концепция многослойности объединяет свойства, характерные для каждого отдельного слоя, в новую структуру с уникальными и усовершенствованными характеристиками. Анализ литературы показал, что нитрид вольфрама является многообещающим потенциальным материалом для защитных покрытий, поскольку он обладает высокой температурой плавления, улучшенной твердостью, устойчивостью к окислению и термической стабильностью. Было установлено, что при 700 °C кубический W₂N не показал признаков разложения и сохранял высокую твердость около 22 ГПа. Такие характеристики подходят для применения в промышленности.

Более того, учитывая преимущества многослойной стратегии, можно предположить, что использование WN в качестве одной из составляющих слоев должно привести к материалу с превосходящими свойствами. Также стоит отметить, что не было найдено отчетов о двухслойных покрытиях на основе WN, синтезированных методом физического парового осаждения с использованием катодно-дугового источника (CA-PVD). В контексте данного вопроса, кандидатская диссертация занимается исследованием наномасштабных многослойных покрытий WN/MeN (где Me = Cr, Zr, Mo, Nb), синтезированных методом CA-PVD. В работе было проведено всестороннее исследование влияния второго слоя MeN в многослойных покрытиях на основе WN на эволюцию микроструктуры, фазовый состав, механические и трибологические свойства. Для более глубокого понимания свойств осажденных многослойных покрытий были выполнены расчеты из первых принципов случайных фаз $W_{1-y}N_{1-x}$ ($0 \leq x, y \leq 1$). Основная цель заключалась в поиске наиболее благоприятной структуры, которая могла бы развиваться в слоях WN в осажденных многослойных покрытиях. Более того, было проведено глубокое исследование влияния отрицательного потенциала смещения на фазовый состав, текстуру, механические свойства и трибологическое поведение покрытий WN/NbN, осажденных методом CA-PVD при комнатной температуре.

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

Диссертация обладает внутренним единством и содержит новые, научно обоснованные результаты, являющиеся итогом достижения цели исследования и решения поставленных задач.

Результат 1: Исследованы многослойные покрытия WN/MeN (Me = Cr, Zr, Mo, Nb), полученные методом катодно-дугового физического осаждения (CA-PVD). Установлено, что система WN/NbN имеет более низкий показатель скорости износа покрытия (1.7×10^{-6}) по сравнению с системами WN/ZrN, WN/Cr, WN/MoN и превосходит их в ~ 200 , 6.5 и 5 раз, соответственно;

Результат 2: Выявлено, что увеличение потенциала смещения до -200В приводит к увеличению размера зерен фаз β -W₂N, ϵ -NbN, δ -NbN, а также уменьшению остаточного напряжения покрытий WN/NbN;

Результат 3: Определено, что увеличение толщины покрытия с градиентным составом TiAl(Si)N до 600 нм имеет влияние на их микроструктуру и увеличивает твердость покрытия до 38 ГПа.

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

Степень обоснованности и достоверности результатов, полученных в работе, обеспечивается корректностью и системностью проведенных теоретических и экспериментальных исследований, включающих эксперименты по получению детального химического и фазового состава, а также применением результативных методов анализа и соблюдением международных стандартов. Основные результаты диссертации опубликованы

в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК для публикации результатов научной деятельности, а также в рецензируемом зарубежном научном журнале, входящим в базу данных Scopus и Web of Science.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированного в диссертации.

Научные результаты и положения, представленные в диссертации, являются новыми. Впервые исследованы многослойные покрытия WN/MeN (где Me = Zr, Cr, Mo, Nb), полученные методом катодно-дугового осаждения (CA-PVD). Автор провел расчеты из первых принципов для кубических фаз $WN_{1-y}N_1-x$, что обеспечило новое понимание микроструктурных и трибомеханических характеристик покрытий. Также были выявлены новые данные о влиянии второго слоя на структуру и свойства многослойных систем, что является значительным вкладом в материаловедение и впервые представлено в данной работе.

Да, выводы диссертации являются новыми. Впервые установлено влияние второго слоя (Me = Zr, Cr, Mo, Nb) на микроструктуру, механические и трибологические свойства многослойных покрытий на основе WN, синтезированных методом катодно-дугового осаждения. Автор показал, что выбор второго слоя может значительно улучшить такие характеристики, как твердость, устойчивость к износу и тепловая стабильность покрытий. Также были проведены новые расчеты для определения стабильных структур WN и выявлена их связь с трибомеханическими свойствами, что делает выводы диссертации оригинальными и новаторскими.

Технические и технологические решения, предложенные в диссертации, являются новыми и обоснованными. Автор впервые применил метод катодно-дугового осаждения (CA-PVD) для синтеза многослойных покрытий WN/MeN и продемонстрировал его преимущества по сравнению с традиционными методами, такими как магнетронное распыление. Это решение обеспечило получение покрытий с улучшенными механическими и трибологическими характеристиками, что является существенным технологическим достижением. Экономические и управленческие аспекты работы напрямую не рассматриваются, однако предложенные технологические улучшения могут способствовать снижению затрат за счет увеличения срока службы инструментов и оборудования, что делает эти решения обоснованными с точки зрения их практической применимости.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов.

Диссертационное исследование представляет собой логически заверченный научный труд, обладающий внутренним единством. Четко сформулированные цель и задачи исследования нашли последовательное теоретическое и методологическое решение в каждом разделе диссертации сформированы в виде основных положений, выносимых на защиту. Все результаты, выводы и заключения внутренне взаимосвязаны, каждое следующее положение вытекает из предыдущего с соблюдением принципа от общего к частному.

6. Направленность полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической или прикладной задачи.

Результаты исследования могут быть использованы для разработки новых защитных покрытий с улучшенными характеристиками для применения в различных технических областях, таких как производство инструментов и механизмов с повышенными требованиями к износостойкости и термостойкости.

Значимость результатов исследования заключается в возможности их использования для разработки новых защитных покрытий с улучшенными характеристиками для применения в различных технических областях, таких как:

- Производство инструментов и механизмов с повышенными требованиями к износостойкости и термостойкости, таких как режущие и абразивные инструменты, особенно в условиях высоких температур и агрессивной среды.
- Создание защитных покрытий для компонентов в авиационной и автомобильной промышленности, где требуется высокая степень защиты от абразивного износа, коррозии и высоких температур.
- Применение в энергетической отрасли для защиты от абразивного и коррозионного износа компонентов оборудования, работающего в условиях высоких температур и агрессивной среды, например, в ядерных реакторах.
- Использование в медицинской промышленности для создания инструментов и устройств с повышенной износостойкостью, таких как хирургические инструменты и имплантаты.

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

По результатам изложенных в диссертации исследований опубликовано 5 печатных работ, из них в рецензируемых научных изданиях РК, рекомендованных Комитет по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК – 2, в журнале, входящем в число международных информационных ресурсов и индексируемом в базах данных Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics) и Scopus – 3.

Публикации. Основные результаты проведенных исследований были опубликованы в 5 статьях, из них 3 статьи в высокорейтинговых научных изданиях, индексирующихся в базах данных Web of Science Core Collection и Scopus, 2 статей в издании рекомендованном **Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.**

Статьи, индексируемые в научных изданиях, входящих в базы данных Web of Science Core Collection и Scopus с указанием их наукометрических показателей:

1. Smyrnova K., Sahul M., Haršáni M., Beresnev V., Truchlý M., Čaplovič L., Čaplovičová M., Kusý M., Kozak A., Flock D., **Kassymbayev A.**, Pogrebnyak A. Composite Materials with Nanoscale Multilayer Architecture Based on Cathodic-Arc Evaporated WN/NbN Coatings // ACS Omega, 15 (9), 2024, 17247 - 17265

DOI 10.1021/acsomega.3c10242 (IF= 3.7, Q2, CiteScore =6.6, Процентиль 76 %).

2. Smyrnova, K.; Sahul, M.; Haršáni, M.; Pogrebnyak, A.; Ivashchenko, V.; Beresnev, V.; Stolbovoy, V.; Čaplovič, L.; Čaplovičová, M.; Vančo, L.; Kusý M., **Kassymbayev A.**, Satrapinsky L., Flock D. Microstructure, Mechanical and Tribological Properties of Advanced Layered WN/MeN (Me = Zr, Cr, Mo, Nb) Nanocomposite // *Nanomaterials* 2022, 12, 395. DOI 10.3390/nano12030395. (IF= 4.4, Q2, CiteScore =5.0, Процентиль 84 %).

3. **Kassymbayev, A.**; Myakinin, A.; Uazyrkhanova, G.; Belisarova, F.; Sagidugumar, A.; Kimossov, R. Influence of Thickness on the Structure and Properties of TiAl(Si)N Gradient Coatings. *Coatings* **2025**, 15, 710. <https://doi.org/10.3390/coatings15060> (IF= 2.8, Q2, CiteScore =5.4, Процентиль 66 %)

Статьи рекомендованные КОКШВО МНВО РК:

4. **Касымбаев А.В.**, Плотников С.В., Тұрлыбекұлы А., Погребняк А.Д.. Исследование структурных свойств многокомпонентных, многослойных, твердых нанокомпозитных покрытий // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. 2024;(1(13)):312-319. DOI 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-38.

5. **Касымбаев А.В.**, Смирнова К., Погребняк А.Физические закономерности получения wn/zrn композитных покрытий методом вакуумного дугового осаждения // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. 2024;1(2(14)):462-470. DOI 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-56

8. Конкретное личное участие автора в получении научных результатов, изложенных в диссертации.

Личный вклад автора заключается в постановке и формулировке задач исследования, анализе и поиске литературных источников, разработке методических указаний к осаждению дуговым методом покрытий WN/MeN; проведении теоретических и экспериментальных исследований в микроструктуры и элементного состава. Измерения GIXRD и электронной микроскопии, а также механические тестирования покрытий проводились в сотрудничестве с Институтом Материаловедения при Словацком Техническом Университете. Анализ результатов расчетно-экспериментальных работ, а также формулировка основных положений, выводов и заключения, отраженных в диссертации, выполнены совместно с отечественными и зарубежными научными консультантами.

9. Наименование специальности, паспорту которой соответствует диссертация. Диссертация Касымбаева Алексея Валерьевича «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий», представленного на соискание ученой степени доктора философии (Ph.D) по специальности «8D05301 – Техническая физика».

10. Соответствие диссертации предъявляемым требованиям «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Диссертация Касымбаева Алексея Валерьевича «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств

многокомпонентных нитридных покрытий», вносит существенный вклад в науку, так как исследует влияние второго слоя на свойства многослойных покрытий на основе нитрида вольфрама (WN), что является актуальной задачей в материаловедении. Выполненная работа может быть охарактеризована как исследование, имеющее научную значимость и практическую ценность и отвечающее всем требованиям «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

На основании выше изложенного, диссертационная работа Касымбаева Алексея Валерьевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора философии (Ph.D) по специальности «8D05301 – Техническая физика.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Утвердить заключение научного семинара кафедры технической физики ВКТУ имени Д. Серикбаева от 23 Июня 2025 года по диссертационной работе Касымбаева Алексея Валерьевича «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий», представленной на соискание ученой степени доктора философии (Ph.D) по специальности «8D05301 – Техническая физика».

2. Рекомендовать диссертационную работу Касымбаева Алексея Валерьевича «Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств многокомпонентных нитридных покрытий», представленной на соискание ученой степени доктора философии (Ph.D) по специальности «8D05301 – Техническая физика» к защите.

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

Председатель заседания расширенного
научного семинара Центра физики
Международной школы инженерии
Восточно-Казахстанского технического
университета имени Д. Серикбаева
PhD



Баятанова Л.Б.

Секретарь



Арингожина З.Е.