

«Утверждаю»

Проректор по науке

и международному сотрудничеству

КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Шокпаров А.Ж.



ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 9

Расширенного заседания кафедры

«Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

г. Алматы

«17» мая 2023 г.

Председатель: Кудайбергенов К.К., доктор PhD, зав. кафедрой МНиИФ.

Секретарь: Етиш Т.Е., инженер кафедры МНиИФ.

Присутствовали (в соответствии с Положением о Диссертационном совете, не менее 2/3 членов кафедры): Всего 12 членов кафедры, из них присутствовали 10 членов кафедры.

Кудайбергенов К.К. – зав.кафедрой, доктор PhD, Смагулов Д.У.– д.т.н., профессор; Байтимбетова Б.А. – ассоц. профессор, к.ф-м.н., Нажипкызы М. – профессор, к.х.н.; Бейсебаева А.С. – старший преподаватель, к.ф-м.н., Азат С. – профессор, PhD, Калкозова Ж.К. - ассоц. профессор, к.ф-м.н., Кошимбаев Б.Ш. – старший преподаватель, ассистенты – Кемелбекова А.Е., Ыбрайымқұл Д.Т.

Со стороны: Капралова В.И. – д.т.н., профессор кафедры «ХПиПЭ», Меркибаев Е.С. – Заведующий лабораторией кафедры «МПТиТСМ», Есенгазиев А. – младший научный сотрудник, Лаборатория флотореагентов и обогащения

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Обсуждение диссертационной работы PhD .докторанта кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» Бахытулы Н. на тему «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов».

Научные консультанты:

- Кенжегулов Айдар Караулович, доктор PhD, научный сотрудник (Институт Metallургий и Обогащения).

- Алиев Али Энверович, PhD, д.т.н., профессор (Техасский университет в Далласе, США).

- Кульдеев Ержан Итеменович, к.т.н., профессор, Проректор по корпоративному развитию (КазННТУ им. К.И. Сатпаева).

Рецензенты:

- Накысбеков Ж. – доктор PhD, и.о. доцента «КазНУ им. Аль-Фараби».
- Смагулов Д.У. – д.т.н., профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика».

СЛУШАЛИ:

Председатель Кудайбергенов К.К.: Бахытулы Наурызбек обучался в докторантуре КазННТУ им. К.И. Сатпаева по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» в 2016-2019 годы. В настоящее время она завершила диссертационную работу на тему: «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами», которая была утверждена на Ученом совете Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова КазННТУ от 04 апреля 2022 г. (приказ № 488-д). Для проведения экспертизы по диссертации Бахытулы Наурызбека были назначены рецензенты, компетентные в соответствующей отрасли, Накысбеков Ж. доктор PhD, и.о. доцента «КазНУ им. Аль-Фараби» и Смагулов Д.У. д.т.н., профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика»,., которые подготовили рецензии по диссертации.

К предзащите представляется диссертационная работа докторанта Бахытулы Наурызбека по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» на тему «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами».

Научные стажировки: В связи с неполучением визы в США для научной стажировки. Бахытулы Наурызбек проходил научную стажировку в 2019 «Научном университете Малайзии», Малайзия в городе Пенанг.

Если нет вопросов по повестке дня, слово предоставляется докторанту Бахытулы Н. для доклада. Регламент 20 минут на презентацию доклада.

Бахытулы Н.: Уважаемый председатель и уважаемые присутствующие! Разрешите представить вашему вниманию основные результаты диссертационной работы на тему: «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами». В докладе отражены актуальность, цель, задачи работы, основные положения, выносимые на защиту, научные результаты и выводы диссертации.

Слушали: Слушали Бахытулы Н., который в своем докладе изложил суть диссертационной работы. Доклад был представлен в форме презентации. В ходе доклада были освещены следующие вопросы:

1. Актуальность исследуемой проблемы.
2. Цель и задачи диссертационного исследования.
3. Научная новизна.
4. Основные положения, выносимые на защиту.
5. Методы исследования.
5. Результаты исследования.

7. Практическая значимость диссертации.

8. Заключение и выводы.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Слово предоставляется отечественному научному консультанту доктору PhD, НС Кенжегулову Айдару Карауловичу (положительный отзыв прилагается).

Доктор PhD, научный сотрудник Кенжегулов Айдар Караулович

Во время выполнения диссертационной работы Бахытулы Н. проявил себя как самостоятельный, целеустремленный исследователь. Он повысил свой теоретический и практический уровень, осваивая современную методологию исследований и выполняя эксперименты по диссертационной работе. Очень аккуратно выполнял все задания. Его результаты воспроизводятся. То есть мы давали те же задания другим людям и результаты воспроизводились.

Сама работа актуальна. Получены хорошие результаты в ходе исследований. Подготовили 1 патент на полезную модель по результатам исследований. Сейчас он на стадии переписки с рецензентом.

В целом диссертационная работа Бахытулы Н. представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком современном научном и теоретическом уровне, имеет практическое значение, отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторской диссертации PhD.

Диссертационная работа Бахытулы Наурызбека по актуальности, научному уровню, новизне, значимости результатов и общему объему исследований соответствует всем критериям, предъявляемым к PhD диссертациям, и может быть рекомендована к защите в диссертационном совете по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов».

Председатель Кудайбергенов К.К.: Большое спасибо руководителю. Давайте теперь заслушаем наших рецензентов. Слово предоставляется рецензенту профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» д.т.н., Смагулов Д.У.

Смагулов Д.У., д.т.н., профессор: Здравствуйте, уважаемые члены кафедры! Можно ли сразу зачитать замечания?

Председатель Кудайбергенов К.К.: Да, конечно.

Смагулов Д.У., д.т.н., профессор: Диссертационная работа посвящена актуальной теме "Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами". Исследования в этой области могут привести к разработке новых материалов и технологий, существенному повышению качества и надежности готовой продукции.

Замечания и предложения по диссертации:

- не достаточно полно показаны количественные параметры фазового состава и структуры легированных TiCN покрытий;
- не понятно, как осуществляется процесс легирования карбонитрида титана;
- неудачно сформулированы научные выводы в целом по диссертационной работе.

- в тексте встречаются не точные формулировки, орфографические, пунктуационные и грамматические ошибки.

Отмеченные замечания и предложения не являются принципиальными и не снижают научной ценности и практической значимости оцениваемой диссертационной работы.

Содержание диссертационной работы на тему «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами» полностью соответствует требованиям правил присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071000 - Материаловедение и технология новых материалов» КОКСОН МОН РК. Докторант Бахытулы Наурызбек заслуживает присуждения степени по специальности.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Хотел бы спросить, Наурызбек, Вы согласны с замечаниями?

Ответ: Благодарю за полезное замечание. Да, согласен полностью. По поводу количественного параметра фазового состава и структуры легированных TiCN покрытий будет проделана работа и представлю на слайде к защите.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Далее слово предоставляется второму рецензенту Накысбекову Ж.Т., доктору PhD, и.о. Доценту кафедры «физики твердого тела и нелинейной физики», КазНУ им. Аль-Фараби.

Накысбеков Ж.Т., доктору PhD, и.о. Доценту кафедры «физики твердого тела и нелинейной физики», КазНУ им. Аль-Фараби: Диссертационная работа Бахытулы Наурызбека состоит из четырех глав, введения и заключения. Итогом работы по теме диссертации является ряд новых и достоверных научных результатов. Обоснованность и достоверность каждого научного результата (научного положения) подтверждается объемом и статистикой экспериментальных данных и их анализом, и публикациями результатов исследований в международных научных изданиях, а также были апробированы на международных научных конференциях. Достоверность каждого положения показана через подробное доказательство в тексте рукописи.

Выводы соискателя характеризуются внутренним единством и полным соответствием положениям. Заключение, сформулированное по результатам работы, согласуется с актуальностью, основным содержанием работы и является изложенным в логической последовательности выводом.

Так же в диссертационной работе Наурызбека имеются замечания и предложение:

- Дополнить список обозначений и сокращений приведенной в диссертации, например на странице 23 встречается сокращение PECVD, на странице 36 встречается сокращение МРУП и т. д., которые отсутствуют в списке сокращений.

- До 38 страницы номер страниц указаны на верхней колонтитуле, начиная с 39 страницы и на верхней, и на нижней колонтитуле.

- На рисунках 2 и 11 отсутствуют ссылки на источники.

- В тексте иногда встречаются орфографические, пунктуационные и грамматические ошибки.

- В положениях, выносимых на защиту, рекомендуется добавить количественные характеристики, которые есть в выводе диссертации.

Отмеченные замечания и предложения не являются принципиальными и не снижают научной ценности и практической значимости оцениваемой диссертационной работы.

Диссертационная работа на тему «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами» полностью соответствует требованиям правил присуждения ученой степени доктора философии (PhD).

Председатель Кудайбергенов К.К.: Большое спасибо Жасулан Турсынкалиевич! Думаю, по диссертации крупных замечаний рецензент не сделал. Положительно отнесся.

Ответ: Хочу сказать, спасибо Вам большое за замечание и предложения. Все замечание будет исправленно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Председатель Кудайбергенов К.К.: Уважаемые коллеги, теперь переходим к другой стадии, это обсуждение в прениях. Пожалуйста, уважаемые коллеги у кого есть какие вопросы по данной работе?

Байтимбетова Б.А.: - Вы сказали, что Ваш метод реактивное магнетронное распыление. Чем разница от обычного магнетронного распыление?

Соискатель: - разница в реакционных газах который используются для напыления, это ацетилен и азот.

Смагулов Д.У.: - Как формируется фазовой состав?

Соискатель: - формирование фазы TiCN осуществляется по механизму замещения атомов С в N узлах упорядоченной решетки TiN. На самом деле N более электроотрицателен и требует меньше свободной энергии Гиббса для реакции с Ti по сравнению с С, поэтому частицы TiN с большей вероятностью образуются, а С включается в структуру по механизму замещения.

Смагулов Д.У.: - из чего должны состоять детали для напыления защитных покрытий?

Соискатель: - наши покрытия можно нанести на разные детали из металла и даже из пластика. Но качества адгезий покрытий будет разная.

Байтимбетова Б.: - какая толщина полученных защитных покрытий?

Соискатель: - толщина наших покрытий представлено на слайде стр.14. Самое толстый покрытий показало 2,23 мкм.

Азат С.: - какой процент чистоты имеет ваши реакционный газы? Чистота газов влияет на качество ваших покрытий?

Соискатель: - при осаждении покрытий TiCN в качестве реакционных газов использовали азот (99,99 %) и ацетилен (99,1 %), а в качестве инертного аргон высший сорт (99,993 %). Чистота газов влияет на адгезию покрытий.

Калкозова Ж.К.: - Вы получаете покрытие «микро» размерах, а почему измеряете твердость в «нано» размерах?

Соискатель: - При износе деталей твердость поверхностного слоя очень важна. Чтобы измерить лишь твёрдость покрытий не измеряя подложку, мы использовали метод наноиндентирования. Наноиндентирование проводили на нанотвердомере Nanoscan-4D.

Калкозова Ж.К.:- Почему поверхность покрытий исследуете в электронном микроскопе, а толщину покрытия в оптическом микроскопе?

Соискатель: - В связи с не высоким разрешением именно нашего СЭМ, который в ИМиО, нами не удалось получить четкое изображение толщины покрытия при поперечном сечении. Поэтому отсняли покрытия методом оптической микроскопии.

Председатель Кудайбергенов К.К.: - Как оценили адгезионные качества покрытий?

Соискатель: - Вовремя испытание полученных покрытий методом «шар на диске» для определения износостойкости, нами было проведена косвенная оценка образцов на адгезионные качества.

Председатель Кудайбергенов К.К.: - В многих научных работах встречаются многослойные защитные покрытия. У вас сколько слоёв покрытий?

Соискатель: - У нас лишь один слой покрытий, так как не стояло в задачах диссертаций многослойная защитная покрытия.

Председатель Кудайбергенов К.К.: - На 10-слайде видно что с увеличением потоков ацетилена скорость осаждение падает, объясните почему?

Соискатель: - С увеличением поток ацетилена, содержание углерода в камера осаждение увеличивается и за счёт температуры плазмы углерод в виде сажи покрывает поверхность мишени и этим же мешает распылению атомов титана что уменьшает скорость осаждения.

Председатель Кудайбергенов К.К.: У кого-нибудь еще есть вопросы? Вопросов нет. Работа очень хорошая, а выявленные замечания легко исправимы. Все участники расширенного научного семинара, выступившие в дискуссии, единогласно рекомендовали диссертационную работу Бахытулы Н. к защите в диссертационном совете по направлению материаловедения.

На этом обсуждение диссертационного исследования PhD-докторанта Бахытулы Н. можно считать завершённым.

Предлагаю принять следующее заключение по обсуждению диссертационной работы Бахытулы Н. на тему «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расширенного заседания научного семинара кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» КазНУТУ им. Сатпаева от 17 мая 2023 года по диссертации докторанта (PhD) Бахытулы Н. «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при

легировании их различными элементами», представленного на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 - «Материаловедение и технология новых материалов».

1. Актуальность темы исследования

Детали, компоненты, механизмы машин и режущие инструменты должны обеспечивать такой уровень механической прочности и химической стабильности, чтобы они обеспечивали как долговечность, так и производительность. Для решения этих задач применяют широкий спектр твердых покрытий. В последние десятилетия был разработан твердый раствор между TiC и TiN, а именно TiCN. Покрытие TiCN демонстрирует превосходную механическую стойкость и термическую стабильность. Его трибологическое поведение зависит от метода и условия осаждения, толщины пленки и особенностей структуры. Поэтому большое технологическое значение имеет разработка эффективных способов осаждения покрытий из TiCN.

Среди методов осаждения одним из наиболее подходящих для изготовления сверхтвердых и износостойких покрытий является магнетронное распыление постоянным током, используемое как в реактивной, так и в нереакционной среде в условиях высокого вакуума. Возможность варьирования таких параметров и условий осаждения как, смещение потенциала на подложке, скорость потока реакционных и инертных газов, ток плазмы, импульсный режим осаждения, использование композиционной мишени и другие открывают новые возможности для нанесения покрытий TiCN с улучшенными механическими и трибологическими характеристиками. Определение связи между условиями осаждения и микроскопической структурой осажденных пленок является ключом к определению наилучших условий процесса для получения покрытий с заданными свойствами. Основываясь на описанном выше, тема настоящей диссертационной работы является актуальной.

Новизна темы.

Учитывая перспективность и гибкость магнетронного распыления можно создать условия осаждения высококачественных защитных покрытий с помощью легирования покрытия разными элементами, которые увеличивают такие свойства, как высокая нанотвердость и износостойкость, низкие коэффициенты и высокая адгезия покрытий к основе и другие. В научной литературе встречаются достаточное количество работ по влиянию легированных элементов на структуру и свойства покрытия на основе TiCN. Однако, исследование влияния элементов алюминия и циркония на TiCN покрытие при магнетронном распылении изучается в малом количестве и показывает о необходимости глубокого дальнейшего исследования. По отношению влияния хрома и тантала на свойства TiCN покрытие в научных материалах вовсе не встречается. Поэтому, новизна темы диссертационной работы является изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий TiCN при легировании их Cr, Zr, Al и Ta. В диссертационной работе новизна исследования в данном направлении дало новые и ценные научные данные в области изучения износостойких защитных покрытий TiCN. Впервые при осаждении твердых покрытий на основе TiCN методом реактивного МР применены

композиционные металлические мишени с наплавленным легирующим металлом Cr, Zr, Al и Ta. Определено влияние легирующих элементов: Cr, Zr, Al и Ta на структуру, состав и механические, трибологические свойства покрытий из TiCN.

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

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

В работе последовательно решаются поставленные соискателем задачи. В состав диссертационной работы входят следующие элементы: "Нормативные ссылки", "Введение", литературный обзор, посвященный проблемам формирования твердых износостойких покрытий, экспериментальная часть из 4 разделов, "Заключение", "Список использованных источников" и "Приложения". В главах сделаны научно значимые, логично аргументированные выводы. Основные полученные результаты сводятся к следующему:

- ✓ определены оптимальные условия осаждение покрытий на основе карбонитрида титана методом реактивного магнетронного распыления;
- ✓ исследованы морфология, структура и составы покрытий, полученных методом реактивного магнетронного распыления;
- ✓ определены влияния легирующих элементов, таких как Cr; Zr; Al; Ta на механические свойства покрытий из карбонитрида титана;
- ✓ оценены влияния легирующих элементов, таких как Cr; Zr; Al; Ta на трибологические свойства покрытий из карбонитрида титана;
- ✓ нанесены оптимизированные покрытия на контактные поверхности упорного подшипника и проведение натурных испытаний;
- ✓ оптимизировано покрытие на основе TiCN для трибологических применений с повышенной износостойкостью по результатам исследования структуры и свойств покрытия.

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

Полученные в ходе исследования результаты и выводы отражают содержание всех разделов в логичной последовательности и подтверждаются публикациями основных научных результатов в международных и отечественных научных журналах и докладами на международных конференциях.

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

Разработана технология осаждение износостойких покрытий TiCN с улучшенными механическими и трибологическими характеристиками методом реактивного магнетронного распыления титана в газовой смеси аргон-ацетилен-азот.

Впервые при осаждении твердых покрытий на основе TiCN методом реактивного магнетронного распыления применены композиционные мишени с наплавленным легирующим металлом Cr; Zr; Al и Ta с целью повышения твердости и износостойкости покрытия.

Определено влияние легирующих элементов Cr; Zr; Al и Ta на структуру,

состав и механические, трибологические свойства покрытий из TiCN. Покрытия TiCrCN и TiZrCN, полученные при установленных режимах характеризуются повышенной на порядок износостойкостью до 10^{-7} мм³/м*Н по сравнению с аналогичными покрытиями, полученными ранее.

Впервые получены и исследованы структура и свойства TiCrCN и TiTaCN покрытий, осажденные методом магнетронного распыления.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Все поставленные цели и задачи решены в полном объеме путем комплексного исследования с применением современных физико-химических методов.

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

В результате проведенных исследовательских работ получены покрытия с высокой износостойкостью. Покрытия из карбонитрида титана легированные хромом или цирконием, полученные при установленных режимах характеризуются повышенной на порядок износостойкостью по сравнению с аналогичными покрытиями, полученными ранее. Износостойкость покрытий TiCrCN и TiZrCN достигает 10^{-7} мм³/м*Н. Предложенные условия осаждения покрытий имеют экономическое преимущество перед ранее разработанными режимами за счет использования не дорогостоящих газов и применения одного магнетрона с композиционной мишенью.

Натурного испытания при нагрузке 100 кг со скоростью 750 об/мин упорных подшипников с покрытиями TiCN, TiCrCN, TiZrCN, TiAlCN и TiTaCN, осажденными на дорожку качения показали коррелирующие результаты износа, где по результатам оптической микроскопии наилучшей износостойкостью обладал подшипник с покрытием TiZrCN. Это позволяет рекомендовать покрытия из карбонитрида титана, легированные Zr и Cr, при обработке поверхностей трения деталей машин и механизмов для увеличения их срока службы.

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

Основные положения диссертации изложены в 5 печатных работ, включая 1 статья в журнале входящих в базу данных Scopus (перцентиль 62-й), из них 2 статьи в журналах также входящих в список, рекомендованных Комитетом по контролю и надзору в сфере образования и науки МОН РК, 1 статья вышла в Зарубежный журнал, а также 1 доклад на международных конференциях.

Основное содержание, результаты и выводы исследования содержатся в следующих публикациях соискателя:

2 статья – в базе данных **Scopus**

1. Kenzhegulov, A.; Mamaeva, A.; Panichkin, A.; Alibekov, Z.; Kshibekova, B.; Bakhytuly, N.; Wieleba, W. Comparative Study of Tribological and Corrosion Characteristics of TiCN, TiCrCN, and TiZrCN Coatings. Coatings 2022, 12, 564. <https://doi.org/10.3390/coatings12050564> (перцентиль 62-й)

2. Mamaeva A.A., Kenzhegulov A.K., Panichkin A.V., Alibekov Zh.Zh., Kshibekova B.B., Wojciech W., Tadeusz L., Bakhytuly, N. The study of the tribological properties under high contact pressure conditions of TiN, TiC and TiCN coatings deposited

by the magnetron sputtering method on the AISI 304 stainless steel substrate. Materials Science-Poland, 41(1), 2023, pp. 1-14 DOI: 10.2478/msp-2022-0055.

Так же результаты диссертации докладывались и обсуждались на **международном научном конференции:**

1. Бахытулы Н., Кенжегулов А.К., Мамаева А.А., Паничкин А.В. Влияние содержания углерода на состав и трибологические характеристики покрытия карбонитрида титана при магнетронном распылении «Инновационное развитие промышленности Казахстана: проблемы и решения» Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Наримана Калыбекулы Давильбекова, академика Международной академии наук высшей школы, доктора технических наук, профессора, Алматы, – 2022 г. – С. 48-52

2 статьи в журнале входящих в список, рекомендованных **Комитетом по контролю и надзору в сфере образования и науки МОН РК**

1. Mamaeva A.A., Kenzhegulov A.K., Panichkin A.V., Kshibekova B.B., Bakhytuly N. Deposition of carbonitride titanium coatings by magnetron sputtering and its effect on tribo-mechanical properties // Complex Use of Mineral Resources. – 2022. – V. 321(2). – P. 65-78. <https://doi.org/10.31643/2022/6445.19>

2. Bakhytuly N., Kenzhegulov A.K., Nurtanto M., Aliev A.E., Kuldeev E.I. Microstructure and tribological study of TiAlCN and TiTaCN coatings // Complex Use of Mineral Resources. – 2023. – V. 327(4). – P. 99-110. <https://doi.org/10.31643/2023/6445.45>

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

Диссертационная работа выполнена в АО «Институт Metallургии и Обогащения».

Диссертационная работа выполнялась в лаборатории «Металловедение» АО «ИМиО». Основные положения разрабатывались в рамках грантовых проектов прикладных исследований по теме: «Разработка износостойких, многофункциональных, композиционных покрытий на основе карбонитрида титана» (№AP08857049, 2020-2022 гг.), финансируемых МОН РК по приоритету «Рациональное использование природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технология, безопасные изделия и конструкции».

Суммарное личное участие автора составило 90%.

Наименование специальности, паспорту которой соответствует диссертация

Диссертация Бахытулы Н. на тему: «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами», представленного на соискание степени доктора философии (PhD), соответствует специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов».

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

Принимая во внимание актуальность и новизну исследования, обоснованность выводов, имеющих теоретическую и практическую значимость, можно считать, что диссертационная работа отвечает всем требованиям «Правил присуждения степеней» Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа Бахытулы Наурызбека рекомендуется к защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» в Диссертационном совете по направлению – материаловедение.


ПОСТАНОВИЛИ:

1. Диссертационная работа докторанта кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» Бахытулы Н. на тему: «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами» выполнена в полном объеме и отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 - «Материаловедение и технология новых материалов».

2. Диссертационная работа Бахытулы Н. на тему: «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами» представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 - «Материаловедение и технология новых материалов», рекомендуется к защите.

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

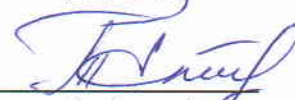
**Председатель, PhD,
заведующий кафедрой МНиИФ**



(подпись)

Кудайбергенов К.К.

Секретарь:



(подпись)

Етиш Т.Е.