

Письменный отзыв официального рецензента на диссертационную работу
Бахыгулы Наурызбек

«Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами»
 на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности
 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственными программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Диссертационная работа Бахыгулы Н. выполнена в лаборатории «Металловедения» АО «Институт Металлургии и Обогащения» при КазНИТУ, в рамках грантового научно-технического проекта по теме: «Разработка износостойких, многофункциональных, композиционных покрытий на основе карбонитрида титана» (№АР08857049, 2020-2022 гг.), финансируемого МОН РК. Диссертация имеет прямое отношение к Государственной программе "Индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020–2025 годы", которая ориентирована на развитие научных и технологических инноваций, улучшение качества жизни населения и укрепление экономической стабильности страны.
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Работа вносит существенный вклад в науку. Работа имеет практическую важность, поскольку имеют новые научные данные в области изучения износостойких защитных легированных покрытий карбо-нитрида титана (TiCN).

3.	<p>Принцип самостоятельности</p>	<p>Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u>; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет</p>	<p>Диссертационная работа является авторской работой докторанта Бахытулы Н., выполненной самостоятельно в соответствии с требованиями по выполнению научных работ, что может подтверждаться достаточно полным изложением материалов в статьях и докладах. Основываясь на списке опубликованных трудов по теме диссертаций в 3 публикациях из 6 он является первым автором и автором для корреспонденции. Автором диссертации было принято участие в постановке задач, а также получены все экспериментальные результаты.</p>
4.	<p>Принцип внутреннего единства</p>	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u>; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.</p>	<p>Традиционное покрытие карбонитрида титана (TiCN) используется в качестве износостойкого покрытия различных деталей работающих в условиях повышенной механической нагрузки. Несмотря на широко известность, свойства такого керметного соединения зависят от соотношения азота и углерода. В диссертационной работе соискатель предлагает модификацию (TiCN) различными элементами, такими как Cr, Al, Ta, Zr для повышения твердости и износостойкости. Показано, что износостойкость покрытий из карбонитрида титана легированных Cr или Zr на порядок выше по сравнению с родственными покрытиями.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u>; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p> <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>		<p>Содержание диссертации полностью отражает ее тему. Тема диссертационной работы ясна и кратка, которая направлена на изучение износостойких покрытий на основе карбонитрида титана легированных различными элементами.</p> <p>Цель диссертационной работы является изучение влияния режимов реактивного магнетронного распыления композиционных мишеней Ti/(Cr; Zr; Al; Ta) на формирование свойств покрытий карбонитрида титана. Из поставленной цели вытекают 4 задачи, которые логически связаны и направлены на достижение главной цели диссертационной работы.</p>

	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) <u>взаимосвязь частичная</u>; 3) <u>взаимосвязь отсутствует</u> 	<p>В диссертационной работе все разделы и их положения взаимосвязаны и имеют логическую цепь и завершенность. Диссертация состоит из четырех разделов с обсуждением, анализом и обоснованием исследовательских результатов. Раскрыто текущее современное состояние научного направления, описаны использованные в работе материалы и методы, представлены результаты обработки технологических режимов, исследованы и сопоставлены структуры и свойств покрытий TiCN, TiCrCN, TiZrCN, TiAlCN и TiTaCN.</p>
	<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>критический анализ</u> есть; 2) <u>анализ частичный</u>; 3) <u>анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</u> 	<p>В диссертационной работе в первый раздел посвящен анализу современного состояния решаемой научно-технологической проблемы в области исследования износостойких покрытий TiCN, методы их получения, структура и свойства. Автором работы предложено решение проблемы в области исследования новых износостойких покрытий TiCN. Оно достигается установлением оптимального режима осаждения и нанесением износостойких защитных покрытий TiCN методом магнетронного распыления композиционных металлических мишеней с наплавленными легирующими металлами.</p>
<p>5. Принцип научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые</u>; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%)</u>; 3) <u>не новые (новыми являются менее 25%)</u> 	<p>Научные результаты и положения являются частично новыми. В частности, полученные научные сведения об осаждении и свойствах TiCrCN и TiTaCN покрытий дает реальный вклад в разработку износостойких покрытий.</p>
	<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые</u>; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%)</u>; 3) <u>не новые (новыми являются менее 25%)</u> 	<p>Приведенные в диссертации выводы относительно результатов оптимальных условий осаждения карбонитридных покрытий с использованием композиционных мишеней с наплавленным легирующим элементом, элементный и фазовый состав покрытий, их износостойкость являются частично новыми. В частности, введение элементов Ta и Cr в кристаллическую решетку TiCN методом магнетронного распыления при установившихся режимах осуществлялось впервые.</p>

	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обособляемыми:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%);</p> <p>не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Новым техническим решением является получения легированных износостойких покрытий на основе TiCN с использованием метода магнетронного распыления наплавленной Cr, Zr, Al и Ta мишени. Проводя сравнение можно отметить, что мишени для традиционных методов распыления изготавливаются с использованием порошковой технологии и обладают плоской поверхностью и высокой однородностью по составу. Используемая в работе мишень с наплавленными элементами, возможно, потребует обработки поверхности для получения однородного поля вблизи поверхности распыляемой мишени.</p>
6.	<p>Обоснованность основных выводов</p>	<p>В заключении резюмируются результаты диссертационной работы. Все основные выводы достаточно обоснованы. Полученные результаты не противоречат основным положениям и принципам в области теории и технологии материаловедения.</p>
7.	<p>Основные положения, выносимые на защиту</p> <p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано</u>;</p> <p>2) <u>скорее доказано</u>;</p> <p>3) <u>скорее не доказано</u>;</p> <p>4) <u>не доказано</u></p>	<p>В диссертационной работе приводятся следующие положения:</p> <p>– Результаты экспериментального определения оптимальной условия осаждения карбонитридных покрытий при потоках Ar 1,1, C₂H₂ 0,28, N₂ 0,1 л/ч, методом реактивного магнетронного распыления композиционных металлических мишеней Ti/(Cr; Zr; Al; Ta);</p> <p>– Данные о влиянии легирующих элементов Cr, Zr, Al, Ta на морфологию и топографию поверхности, структуру, элементный и фазовый состав, нанотвердость и коэффициент трения, скорость износа покрытий на основе карбонитрида титана:</p> <p>– Зависимость механических и трибологических свойств износостойких покрытий на основе TiCN от легирования посредством магнетронного распыления композиционных металлических мишеней Ti/(Cr; Zr; Al; Ta).</p> <p>Все три положения доказаны в диссертационной работе. Тем не менее, положения представлены как направления исследований и лучшей практикой было бы конкретизация конечного результата.</p>
	<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>В диссертационной работе тривиальный подход отсутствует. Все выявленные закономерности рассматривались научно детально с использованием современных знаний в области материаловедения применительно к износостойким покрытиям.</p>

	<p>7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p> <p>7.4 Уровень для применения: 1) <u>узкий</u>; 2) <u>средний</u>; 3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p>	<p>Поскольку положения носят описательный характер, окончательная оценка их новизны затруднена. Тем не менее, результаты исследований связанные с улучшением износостойкости, нанотвердости, а также технология получения легированных покрытий TiCN являются новыми.</p> <p>Уровень применения представленных диссертантом научных положений оценивается как средний. Диссертантом были приведены данные по эффективному использованию покрытий на деталях машин (подшипник).</p> <p>В диссертационной работе в приложении А приведен список всех опубликованных работ по теме диссертации. Результаты работ касательно первого положения опубликованы и показаны в публикациях, опубликованные в зарубежном журнале и в международной конференции. Отражения по второму и третьему положению показаны и доказаны в публикациях, опубликованные в зарубежном журнале, индексируемом в базе данных Scopus и Web of Science.</p>
<p>8. Принцип достоверности источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p>	<p>Методология описана достаточно подробно. Детально приведена подготовка подложек к напылению, оборудование и экспериментальные режимы, также описаны методики исследования морфологии и топографии поверхности, элементного и фазового состава, механических и трибологических свойств. Выбранные методологии позволили получить соискателю достоверные данные об изучаемых процессах с последующим объективным заключением по работе.</p>

	<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>В работе были использованы современные физико-химические методы исследования. Морфология и элементный состав покрытия определен с помощью растрового электронного микроскопического анализатора JEOL JXA-8230. Измерение толщины покрытия и снимки поверхности после трибоиспытаний проведены на металлографическом оптическом микроскопе Leica DM IRM. Анализ топографии и шероховатости поверхности покрытия до и после трибоиспытаний осуществлен на зондовом микроскопе JSPM 5200. Измерение касательно дорожки износа покрытий после триботестов осуществлялось профилометром марки 130. Исследование фазового состава покрытий выполнен рентгеновским дифрактометром BRUKER D8 ADVANCE. Для испытания на износ покрытий применялось трибометр марки TRB³ CSM Instruments. Измерение нанотвердости покрытий проведен на нанотвердометре модели Nanoscan-4D.</p>
	<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Выводы, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены результатами экспериментальных исследований структуры и свойств износостойких покрытий на основе карбонитрида титана.</p>
	<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p> <p>8.5 И использованные источники литературы <u>достаточно</u>/не достаточно для литературного обзора</p>	<p>Основные важные утверждения, в том числе и результаты автора, подтверждены соответствующими ссылками на достоверную научную литературу.</p> <p>Объем использованных источников литературы считаю достаточным, так как, при литературном анализе по теме диссертации использованы 67 научных работ, а в целом по работе использованы 109 источников.</p>
<p>9 Принцип практической ценности</p>	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p>	<p>Диссертационная работа не имеет основного теоретического назначения.</p>

		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p>	<p>Диссертация имеет практическое значение. Все результаты, вытекающие из экспериментальных исследований может способствовать разработке новых перспективных износостойких защитных покрытий на основе карбонитрида титана и могут послужить поддержкой для дальнейших исследований. Уровень применения этих результатов на практике весьма высока. В диссертации приводятся результаты эффективности применения исследованных покрытий на контактной поверхности упорного подшипника.</p>
10	<p>Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма</p> <p>1) <u>высокое</u>; 2) <u>среднее</u>; 3) <u>ниже среднего</u>; 4) <u>низкое</u>.</p>	<p>Диссертационная работа достаточно хорошо написана и донесена четко. Разделы диссертации и выводы по ним выражены ясно и логически. Заключение сформулированы четко и конкретно. Текст диссертации содержит несколько опечаток, которые не снижают качество работы.</p>

Заключение: Диссертационная работа, выполненная на тему: «Изучение формирования структуры и свойств износостойких покрытий карбонитрида титана при легировании их различными элементами», по содержанию и оформлению соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам, а ее автор, Бахытулы Наурызбек заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов».

Доцент Кафедры Физики Твёрдого Тела и Нелинейной Физики
Физико-технического факультета
НАО КазНУ им. аль-Фараби

