

ОТЗЫВ
официального рецензента на диссертационную работу Кенесбекова Айдара Бакытбекұлы
на тему «Разработка воздушшно-плазменного способа нанесения износостойких покрытий на основе TiN на поверхности быстрорежущих
сталей», представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D072300 – «Техническая физика»

№ п/ п	Критерии	Соответствие критериям	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направленным развитию науки и/или государственным 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 доктораанта выполнялась в рамках проекта по программно-целевому финансированию научных исследований на 2018-2020 гг. по теме «Исследования и разработка инновационных технологий получения износостойких материалов для изделий машиностроения» (ИРН BR05236748, номер государствении – 0118РК00989, договор №197 от 16.03.2018г.), руководитель проекта PhD, ассоциированный профессор Рахадиллов Б.К. Диссертация на тему «Разработка воздушшно-плазменного способа нанесения износостойких покрытий на основе TiN на поверхности быстрорежущих сталей» (дата утверждения: 20.10.2018г., №1048-С, протокол №4 от 05 октября 2018 года) соответствуют приоритетному направлению развития науки «Энергетика и машиностроение».
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u> /не раскрыта	Диссертационная работа Кенесбекова А.Б. вносит значимый вклад в науку, а ее результаты способствуют решению прикладных проблем физики твердого тела, материаловедения и машиностроения. Предложены эффективные пути повышения износостойкости режущего инструмента путем нанесения TiN покрытий воздушшно-плазменным методом. Полученные закономерности формирования структурно-фазового состояния покрытий в зависимости от режимов напыления могут быть полезны при изучении и прогнозировании свойств TiN для оптимизации условий их

		эксплуатации в качестве защитных покрытий для изделий машиностроения.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.
		Соискатель обладает высоким уровнем самостоятельности, поскольку все экспериментально-исследовательские результаты в рамках диссертационной работы были выполнены автором самостоятельно. Автором был получен патент на полезную модель (№34334 опубликован 14.08.2020 г.) на разработанный плазмотрон для воздушшно-плазменного напыления. Также, автором в соавторстве были опубликованы статьи в рецензируемых журналах. К тому же, автор является руководителем проекта по грантовому финансированию молодых ученых «Жас галым» на 2022-2024 годы «Разработка научно-технологических основ получения интерметаллических покрытий методом воздушшно-плазменного напыления для применения в энергомашиностроении». Получение деталей с защитными покрытиями с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами является актуальной научно-технической задачей, требующей новых технологических решений. В последние десятилетия проводятся интенсивные исследования взаимосвязи структурно-фазового состояния и функциональных свойств покрытий на основе TiN в зависимости от методов и условий их синтеза. Их широкое использование в качестве твердых, износостойких покрытий режущего инструмента, обусловлено тем, что TiN обладает высокой твердостью и химической стабильностью, низким коэффициентом трения. Нитридные покрытия чаще всего получают методами PVD и CVD и широко применяются для упрочнения режущих инструментов из быстрорежущих сталей. Однако, эти методы обладают низкой производительностью по сравнению с воздушшно-плазменным методом. Поэтому, воздушшно-плазменную технологию можно рассматривать как высокопроизводительный альтернативный способ нанесения износостойких нитридных покрытий на режущие инструменты. Таким образом, диссертационная работа, посвященная совершенствованию и разработке воздушшно-плазменного способа нанесения износостойких покрытий на поверхности быстрорежущих сталей, а также изучению влияния технологических параметров напыления на формирование структурно-фазового состояния и трибологических свойств покрытий на основе TiN, является актуальной. Актуальность работы обоснована во введении и первой главе диссертации, где представлен обзор современной научно-технической литературы, на основе которого выявлены и определены направления дальнейших исследований. В этой связи актуальность выполненной автором диссертационной работы не вызывает сомнений. Содержание отражает тему настоящей диссертации. Представленные главы и ее разделы, заключение, положения и выводы согласуются и посвящены разработке
	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	

	1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает 4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют 4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует 4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	воздушно-плазменного способа нанесения износостойких покрытий на основе TiN и исследованию формирования покрытий на основе TiN в зависимости от технологических режимов напыления. Цель и задачи полностью соответствуют теме диссертации. Задачи взаимосвязаны, последовательны и направлены на достижение цели диссертации. Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны. Методы исследования, положения, выносимые на защиту, результаты и выводы согласованы друг с другом. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, все главы которой имеют логическую цепочку повествования. На основе критического анализа ранее известных решений диссертантом Кенесбековым А.Б. предложены и аргументированы собственные новые решения (принципы), отражающие содержание диссертационного исследования.
5. Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми	Научные результаты и положения диссертации являются новыми. При выполнении диссертационной работы впервые детально: 1) рассмотрены возможности применения воздушно-плазменного напыления для получения покрытий на основе нитрида титана (TiN) с высокими физико-механическими характеристиками. Разработан плазмотрон для воздушно-плазменного напыления, который обеспечивает низкую степень окисления получаемых покрытий; 2) изучены влияния режимов воздушно-плазменного напыления на структурно-фазовые состояния и свойства TiN покрытий. Полученные автором результаты и выводы являются полностью новыми, поскольку предлагается новый способ получения нитридных покрытий с применением нового плазмотрона, который оснащен дополнительным каналом, через который подается порошок и азот. Данные особенности плазмотрона обеспечивают

	являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	образование нитридов за счет реакции азота с металлическими порошками, а также образование азотной оболочки вокруг плазменной струи, которая предотвращает сильное окисление порошков и покрытий. Данный способ является простым и универсальным, что позволяет обрабатывать детали большого габарита и сложной конфигурации.
	5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Полнота новизны технических и технологических решений подтверждается. - разработан высокоресурсный плазмотрон для воздушно-плазменного напыления порошковых покрытий, который защищен патентом на изобретение «Плазмотрон для напыления» (№34334 опубликован 14.08.2020 г.). Преимущество разработанного плазмотрона состоит в том, что анод выполнен цельносварным и его поверхность имеет радиаторный профиль, что обеспечивает эффективное охлаждение и надёжность при повышенных давлениях охлаждающей жидкости; - разработан способ воздушно-плазменного напыления износостойких TiN покрытий на поверхности режущего инструмента из быстрорежущей стали Р6М5 и предложена методика оценки износостойкости сверла и сил трения в процессе резания на новоразработанном испытательном стенде.
6.	Обоснованность основных выводов	Обоснованность и достоверность каждого результата (научного положения) подтверждаются объемом и статистикой экспериментальных данных, их анализом, публикациями результатов исследований в международных научных изданиях и полученным патентом РК. Все основные выводы <u>основаны</u> на весомых, с научной точки зрения, доказательствах. Все выводы характеризуются внутренним единством и полным соответствием положениям диссертации.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Положение №1.1. Результаты теоретических и экспериментальных исследований, обосновывающие тепловую эффективность плазмотрона с цельносварным анодом, поверхность которого имеет радиаторный профиль. 7.1 Доказано ли положение? Доказано; 7.2 Является ли тривиальным? Нет; 7.3 Является ли новым? Да; 7.4 Уровень для применения: Широкий; 7.5. Доказано ли в статье?

	1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	Да. Результаты опубликованы в журналах, рекомендованных КОКШНО, в рецензируемом журнале, входящем в базы Scopus и Web of Science: 1. Патент на изобретение № 34334., Плазматрон для напыления., Дата регистрации в Государственном реестре полезных моделей 14.08.2020., Очердько Игорь Александрович, Рахадлиов Бауыржан Корабаевич, Тукабаев Бауыржан Толеубекович, Кенесбеков Айдар Бакытбекулы. 2. Кенесбеков А.Б., Рахышов Т.Т., Рахадлиов Б.К., Модификация оборудования и способа нанесения покрытий методом воздушно-плазменного напыления // VI Международная конференция «Лазерные, плазменные исследования и технологии - ЛаПлаз-2020» Сборник научных трудов. Ч.1. – М.: НИЯУ МИФИ, 2020. – С. 66-67. 3. А.В. Кенесбеков, В.К. Rakhadilov, Plasmation for spraying of powder coatings // The international conference "Advanced materials manufacturing and research: new technologies and methods" (ANN&R2021). – 2021. – P. 74. 4. Кулышканов, М.К., Shestakov, K.A., Sagdoldina, Z.B., Rakhadilov, B. K., & Кенесбеков, А.В. (2021). Processing of industrial waste by plasma-chemical method. Bull. Univ. Kaganda, 3, 45-51. 5. Rakhadilov B., Кенесбеков А., Sagdoldina Zh., Saibaeva Z., Daubekov M., Baizhan D., Magazov N. Plasmation for air plasma spraying of nitride coatings // World Conference on Materials Science and Nanotechnology (WCMSN-2022), Bangkok, Thailand, 2022, – P. 15. Положение №2. Технологические приемы получения покрытий на основе TiN с высокой твердостью и стойкостью к износу методом воздушно-плазменного напыления. 7.1 Доказано ли положение? Доказано; 7.2 Является ли тривиальным? Нет; 7.3 Является ли новым? Да; 7.4 Уровень для применения: Широкий; 7.5. Доказано ли в статье? Да. Результаты опубликованы в журналах, рекомендованных КОКШНО, в рецензируемом журнале, входящем в базы Scopus и Web of Science: 1. Кенесбеков, А., Rakhadilov, B., Sagdoldina, Z., Vitkenov, D., Dosymov, Y., Кулышканов, М., Improving the Efficiency of Air Plasma Spraying of Titanium Nitride
--	---	--

		Powder // Coatings. –2022. – No.12(11). – P.1644(12); 2. Кенесбеков А.В., Sagdoldina Zh.B., Buitkenov D.B., Ocheredko I.A., Abdullina S.A., Torebek K. Investigation of the characteristics of an indirect plasma torch // Bulletin of the Karaganda University. –2022. – No.3(107). – P.80-88; 3. Кенесбеков А.В., Rakhadiyov B.K., Zhurueva L.G., Uazytkhanova G.K., Kambarov Ye.Ye. Fomation of TiN coatings by air plasma spraying // Bulletin of the Karaganda University. –2022. – No.4(108). – P.22-31. Положение №3. Результаты разработки и внедрения специального технологического оборудования воздушшно-плазменного напыления износоустойчивых TiN покрытий на поверхности режущего инструмента из быстрорежущей стали Р6М5, которые позволяют увеличить ресурс сверл из стали Р6М5 до 2 раз. 7.1 Доказано ли положение? Доказано; 7.2 Является ли тривиальным? Нет; 7.3 Является ли новым? Да; 7.4 Уровень для применения: Широкий; 7.5 Доказано ли в статье? Да. Результаты опубликованы в журналах, рекомендованных КОКСНВО, в рецензируемом журнале, входящем в базы Scopus и Web of Science и защищены патентом на изобретение: 1. Сагдолдина Ж.Б., Журерова Л.Г., Кылышканов М.К., Кенесбеков А.Б., Плазменные технологии, Монография. – Усть-Каменогорск: издательство «Берел» ВКУ имени С. Аманжолова. – 2022. – 116 с. 2. В.К. Rakhadiyov, А.В. Кенесбеков, P. Kowalevski, Y.A. Ocheredko, Zh.B. Sagdoldina, Development of air-plasma technology for hardening cutting tools by applying wear-resistant coatings // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, series of Geology and Technical Sciences . –2020 . – Vol.3(441). – P.54-62; 3. Магазов Н.М., Сагдолдина Ж.Б., Кенесбеков А.Б. Получение SiC и TiN покрытий методом воздушно-плазменного напыления // VII Респ. науч.-практ. конф. «Интеграция «Образования-науки-бизнеса»: проблемы и перспективы». – Усть-Каменогорск: ВКУ им. С. Аманжолова, издательство «Берел», 2021. – С. 306-308. 4. Рахадитов Б.К., Кенесбеков А.Б., Рахышов Т., Жанузакова Л.Н., Еркинов Е.Е., Рахымжанова К. Разработка воздушно-плазменной технологии упрочнения режущих инструментов путем нанесения износоустойчивых покрытий. 14-я Международная
--	--	--

		конференция «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка», г. Минск, Беларусь, 2020. – С. 532-536. 5. Кенесбеков А.Б. Структура и свойства TiN покрытий, полученных методом вакуумно-плазменного напыления, V Международное книжное издание стран Содружество Независимых Государств «Лучший молодой ученый -2022»: V международная книжная коллекция научных работ молодых ученых – Нур-Султан, 2022 г. – 35-40 с.
8. Принципы достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методологии достаточно подробно описана 1) да; 2) нет 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет 8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет 8.4 Важные утверждения подтверждены/частично	Выбор методов и методических подходов обоснован. Диссертационное исследование было проведено соискателем с использованием уникальных оборудований, технологических и аналитических методов, сертифицированных расчетных программ. Выбранная автором методология качественно и подробно описана. Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. Выявленные взаимосвязи и закономерности, а также сделанные выводы, полностью доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями. Работа носит экспериментальный характер, поэтому выявленные взаимосвязи и закономерности, а также выводы обоснованы и подтверждены экспериментальными результатами и их сравнением с известными из литературных источников, достоверными результатами, которым они не противоречат. Важные утверждения подтверждены ссылками на цитируемую литературу. Полученные результаты анализируются в сравнении с известными опубликованными

	подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	данными.
	8.5 Использованные источники литературы достаточно/не достаточно для литературного обзора	Список литературных источников в диссертационной работе насчитывает 131 научных и актуальных источников, которых вполне достаточно для проведения аналитического литературного обзора по теме диссертации.
9	Принцип практической ценности 9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет 9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Диссертация имеет теоретическое значение, поскольку полученные результаты дают более глубокое понимание процессов, происходящих при формировании покрытий на основе нитрида титана методом воздушно-плазменного напыления. Практическая значимость работы заключается в разработке: - высокоресурсного плазмотрона для воздушно-плазменного напыления, который позволяет наносить нитридные покрытия с высокими трибологическими характеристиками; - методики для определения сил трения сверла в процессе резания, который реализуется на специальном новоразработанном оборудовании в виде стенда, изготовленного на базе токарно-винторезного станка. Полученные данные в результате исследований позволяют рекомендовать воздушно-плазменную технологию напыления, а также предложенную модель плазмотрона при нанесении покрытий на основе нитрида титана на поверхности режущих инструментов из быстрорежущей стали для практического применения в промышленности.
	9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Степень новизны практических рекомендаций и предложений достаточно высокая. Предложения для практики являются полностью новыми.
10.	Качество написания и оформления Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертация написана грамотным научно-техническим языком, доступным стилем, читается легко. В целом диссертация носит законченный исследовательский характер, а результаты являются достоверными.

В целом, диссертация Кенесбекова А.Б. «Разработка воздушно-плазменного способа нанесения износостойких покрытий на основе TiN на поверхности быстрорежущих сталей» выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную самостоятельную научно-исследовательскую работу, по содержанию и оформлению соответствует требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК к диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по специальности – 6D072300 – «Техническая физика».

Официальный рецензент:

PhD, старший научный сотрудник
Лаборатории передовых сенсоров
ЧУ «National Laboratory Astana»,
Nazarbayev University
(место работы, ученое звание)





(подпись)