

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу
Маратұлы Бауыржана на тему «Обоснование параметров и разработка
инновационной технологии нанесения защитных металлопокрытий методом
магнетронного напыления», представленную на соискание степени доктора
философии (PhD) по направлению подготовки: 8D071 – «Инженерия и
инженерное дело», образовательной программе: 8D07102 – «Машиностроение»

№ 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 государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки «Энергетика и машиностроение», утвержденному Высшей научно- технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан. Результаты исследования отвечают задачам Концепции развития обрабатывающей промышленности Республики Казахстан на 2023 – 2029 годы, направленной на технологическую модернизацию предприятий, внедрение современных технологий обработки материалов, повышение долговечности промышленного оборудования, снижение эксплуатационных затрат и увеличение доли продукции с высокой добавленной стоимостью.
		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	Диссертация выполнена в рамках ГФ «Жас Ғалым», по проекту НИР AP25794661 «Разработка нанопокровтий, обладающих бактерицидным эффектом на тканевые материалы, применяемые в медицине» (2025-2027).

		Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	
2	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Научная ценность исследования заключается в новых научно-обоснованных результатах, использование которых обеспечивает решение важной прикладной задачи - формирования защитных металлических покрытий методом магнетронного напыления для деталей металлообрабатывающего оборудования. Основные положения диссертации опубликованы в 11 научных работах, в том числе в 3 статьях в журналах, индексируемых в базе данных Scopus, 1 статье в журнале, индексируемом в базе данных Web of Science, 2 статьях в изданиях, рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК, и 5 работах в сборниках международных конференций. Содержание диссертации, включающее введение, пять разделов и заключение, в полной мере раскрывает научную и практическую значимость исследования.
3	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий 2) Средний 3) Низкий 4) Самостоятельности нет	Автором самостоятельно выполнен значительный объем теоретических и экспериментальных исследований, результаты которых имеют четкую обоснованность и опираются на достоверные данные.
4	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована	Актуальность исследования, а также ожидаемый технологический и социально-экономический эффект обусловлены необходимостью снижения риска биообрастания и микробиологически индуцированной коррозии деталей и оборудования, контактирующих со смазочно-охлаждающими жидкостями.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертационной работы ясно и полностью отражает тему исследований. Материал каждой главы диссертации обоснован и характеризует логическую связь материала.

		4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: <u>1) соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Поставленная цель и задачи для ее достижения полностью соответствуют теме диссертационного исследования.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: <u>1) полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Диссертационная работа характеризуется комплексностью и глубокой взаимосвязанностью излагаемого материала. Все разделы и положения диссертации логически структурированы: исследование начинается с анализа проблемы биообрастания оборудования и обоснования выбора метода магнетронного напыления, переходя к рассмотрению теоретических основ процесса формирования покрытий и обоснованию технологических параметров. Каждый раздел и подраздел вытекают из предыдущего, обеспечивая последовательность от постановки научных задач до их практической реализации в виде оптимизированных технологических режимов и разработки конструкции рабочей головки установки.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: <u>1) критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 4) анализ отсутствует	Выполнен системный анализ технологических режимов магнетронного напыления. Представленная работа отображает обоснованность и критический анализ новых технологических параметров, принципов и методов, предложенных для определения эффективности формирования плотной беспористой микроструктуры. Предложенные решения сопоставлены с результатами проведенных экспериментальных исследований, что позволяет обосновать выбор рациональных технологических параметров процесса и условия формирования плотной беспористой структуры покрытия. Количественно установлены зависимости состава, толщины и функциональных характеристик покрытия от основных параметров процесса, а также определено технологическое окно при давлении Ar

			0,18–0,28 Па, плотности мощности на мишень Cu 0,74 Вт/см ² .
5	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований технологического процесса магнетронного напыления позволяют сделать ряд общих выводов и практических рекомендаций по выбору оптимальных режимов осаждения. Впервые научно обоснована технология формирования плотных беспористых структур.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	В результате исследований в рамках диссертационной работы автором получено 7 основных выводов. Диссертация содержит новые научно-обоснованные результаты, использование которых обеспечивает решение важной прикладной задачи разработки инновационной технологии нанесения бактерицидных металлопокрытий TaCu. Полученные результаты включают установленные количественные закономерности влияния технологических параметров на характеристики покрытий TaCu и разработанную методику инженерного расчёта технологических параметров процесса. Применение данной технологии позволяет существенно повысить эксплуатационную надежность оборудования за счет эффективного подавления роста микроорганизмов и снижения риска возникновения коррозии.
		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%)	Научные положения и технические решения, предложенные автором диссертации, обладают высокой степенью новизны, что подтверждено публикациями в ведущих международных научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus.
6	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки	Достоверность подтверждается использованием комплекса современных методов исследования: сканирующей

		зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	электронной микроскопии, энергодисперсионной спектроскопии, трибологических и электрохимических испытаний, а также микробиологических тестов in vitro. Полученные результаты дополнительно подтверждаются сопоставлением расчётных и экспериментальных данных.
7	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	В работе представлены обоснованные параметры технологического процесса магнетронного напыления на постоянном токе для системы TaCu. Автором экспериментально определено «технологическое окно», обеспечивающее формирование плотной беспористой структуры, что критически важно для защиты деталей машин от коррозии и биообрастания. Разработана оригинальная конструкция рабочей головки магнетрона. Технологическое окно определено при давлении рабочего газа Ar 0,18–0,28 Па; для оптимизированных условий плотность мощности на мишени Ta составляет 3,21 Вт/см².
8	Принцип достоверности	8.1 Выбор методологии - обоснован или	Результаты получены с использованием современного аналитического

	Достоверность источников и предоставляемой информации	методология достаточно подробно описана <u>1) да;</u> 2) нет	оборудования: сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионной спектроскопии и наноиндентирования. Достоверность подтверждается корреляцией теоретических расчетов с результатами экспериментальных испытаний.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да;</u> 2) нет	Количественно установлены закономерности влияния мощности на магнетронных источниках тантала и меди на элементный состав и функциональные характеристики формируемых покрытий.
		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): <u>1) да;</u> 2) нет	Теоретическая ценность заключается в углублении знаний о закономерностях формирования тонкопленочных структур TaCu при магнетронном напылении и возможности управления свойствами покрытий посредством регулирования параметров плазмы. Работа вносит вклад в теорию поверхностного инжиниринга, обосновывая возможность управления свойствами покрытий через регулирование энергетических параметров плазмы.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	В диссертации обоснована возможность снижения экологических рисков и уменьшения зависимости от применения биоцидных присадок за счёт формирования бактерицидных поверхностей.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Список использованных источников содержит 141 наименование, что является достаточным для осуществления литературного обзора в рамках диссертационного исследования.
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет	Диссертационные исследования имеют существенное теоретическое значение, поскольку установленные количественные закономерности влияния параметров магнетронного

			напыления на свойства покрытий системы TaCu позволяют решать задачи по прогнозированию микроструктуры и функциональных характеристик защитных покрытий.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Диссертация обладает значительным практическим потенциалом. Автором определены оптимальные режимы напыления, обеспечивающие формирование плотных, износостойких и коррозионно-устойчивых покрытий. Результаты работы могут быть внедрены на машиностроительных предприятиях для повышения ресурса металлообрабатывающего оборудования.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения для практики являются частично новыми, включают разработанный технологический процесс нанесения покрытий TaCu и методику инженерного расчёта технологических параметров процесса.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	В целом, диссертационная работа имеет высокое качество академического письма, написана грамотно, кратко и понятно.
11.	Замечания к диссертации	Замечания к диссертационной работе отсутствуют.	
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	Научный уровень статей докторанта по теме исследования - высокий.	
13.	Решение официального рецензента	Диссертационная работа Маратулы Бауыржана на тему «Обоснование параметров и разработка инновационной технологии нанесения защитных металлопокрытий методом магнетронного	

(согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	напыления», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе: 8D07102 - «Машиностроение», представляет собой комплексное и системно выполненное исследование. Научная новизна, достоверность полученных результатов, теоретическая и практическая значимость работы подтверждены совокупностью проведённых исследований, разработанных технологических решений и результатами их производственной апробации. В ней успешно решены поставленные научные и прикладные задачи, что подтверждает высокий уровень проведённой работы. Исходя из изложенного, считаю, что рецензируемая диссертация является завершённой исследовательской работой, которая соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени доктора философии (PhD), а её автор – Маратұлы Бауыржан, – заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07102 – «Машиностроение».
--	---

Официальный рецензент:

д.т.н., профессор,
главный академический сотрудник
Национальной академии наук Республики
Казахстан при Президенте Республики
Казахстан



Б. Абсадыков

подпись работника НАН РК
при Президиуме РК заверяю

