

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Жилкашиновой Асель Михайловны на тему: «Исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y», представленную на соискание степени доктора философии PhD по специальности 8D05301 – Физика

№ 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:	Тематика диссертационной работы соответствует приоритетному и специализированному научному направлению «Энергетика и машиностроение».
		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)	Диссертационное исследование выполнено в рамках г/б проекта МОН РК № 306/2020 (договор № 113 от 01 июня 2020 года) на тему: «Создание композиционных покрытий для повышения эксплуатационных свойств ответственных узлов промышленного оборудования» (2020–2022 годы)».
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо</u>	Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку, ее важность хорошо раскрыта. Одной из актуальных задач современного материаловедения является разработка новых материалов для

		<u>раскрыта</u>/не раскрыта	функциональных покрытий и технологий их нанесения на изделия, в том числе исследование структурно-фазовых состояний и свойств защитных покрытий с целью выявления закономерности изменения таких состояний и свойств. Как показывает практика разработки и эксплуатации газовых турбин, помимо химического состава, одним из важнейших характеристик композиционного покрытия следует считать его структуру. Дальнейшая разработка, промышленное освоение и широкое применение новых эффективных покрытий и прогрессивных принципиально новых технологий их создания, безусловно, связаны с необходимостью проведения глубоких систематических структурных исследований этих покрытий на всех стадиях их создания и эксплуатации. Исследованное в данной работе композиционное покрытие Cr-Al-Co-Y может быть использовано в качестве самостоятельного защитного покрытия (например, на лопатках в торцевой части секции сгорания, а также на лопатках в низкотемпературной части секции турбины) или в качестве связующих покрытий в термобарьерном покрытии. В диссертационной работе разработаны технологические режимы ионно-плазменного нанесения покрытия состава Cr-Al-Co-Y с контролируемой концентрацией составляющих элементов. Разработана методика нанесения многослойных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов слоя. Проведены исследования структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности в настоящей работе можно оценить как высокий. Диссертация является самостоятельной разработкой, в которой рассматриваются актуальные вопросы исследования структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации четко обоснована. Для определения актуальности исследования докторантом был проведен литературный обзор работ последних лет об исследовании структурно-фазовых состояний и свойств композиционных покрытий. Показаны и проанализированы литературные данные о развитии за последние 30-40 лет газотурбинной техники и технологии, о достижениях в разработке

			жаростойких покрытий. Автором в качестве примера исследован достаточный объём экспериментального материала и многолетнего опыта эксплуатации лопаток с покрытиями. Методы исследования состояниях и свойств покрытий достаточно широко освещены в научной литературе. Наряду с большим количеством публикаций, посвященных оригинальным исследованиям, имеются обзоры работ по этой тематике, авторские монографии, учебники и справочники. При этом данные исследования основывались на способах нанесения покрытия, при этом исследования в части структурно-фазового состояния и взаимосвязи между структурой и свойствами покрытия исследовались не в полном объеме. Отдельно стоит отметить широкое изучение, помимо отечественных, также и зарубежных источников. К тому же актуальность диссертации подтверждена опубликованием научных статей, участием в международных конференциях и положительных решениях о выдаче патентов на изобретения.
	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	1)	Проведенные исследования полностью соответствуют заявленной теме диссертационной работы, содержание диссертации полностью отражает ее тему. Диссертационная работа состоит из пяти глав, введения и заключения. Аналитический обзор содержит данные последних лет об исследовании структурно-фазовых состояний и свойств композиционных покрытий. В работе имеется подробное описание материалов, используемого оборудования и методов исследования. В последующих главах приведены: разработанный автором магнетронный способ нанесения композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; результаты, характеризующих структурно-фазовое состояние и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y и результаты влияния термической обработки на структурно-фазовое состояние и свойства покрытия. Таким образом, содержание диссертации полностью соответствуют заявленной теме.
	4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют;		Задачи диссертационной работы сформулированы четко, грамотно и отражают планируемые достижения цели научных исследований, которые можно представить как: разработка магнетронного способа нанесения композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия

		1) 3) не соответствуют	Cr-Al-Co-Y; установление влияния термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Целью диссертационной работы является исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y, полученного на основе разработанного способа магнетронного нанесения.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Начиная с обзора литературы и заканчивая выводами в диссертации последовательно обсуждаются научные результаты. Исследование представляет целостную систему научной работы. Использование взаимосвязанных и взаимообусловленных показателей, подробный анализ собственных результатов делают работу цельной.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 1) 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	На основе критического анализа ранее известных решений проблемы исследования, докторант предлагает новые решение, которые им логично оценены. По каждому разделу диссертации сделаны выводы, в которых содержится критический анализ и собственное мнение соискателя по рассматриваемым вопросам. Научные результаты диссертационной работы нашли свое отражение в статьях, опубликованных в международных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus и Web of Science (1. «Coatings», процентиль – 51%, квартиль (Q) – Q2, IF – 2.436, CiteScore 2,4; 2. «Crystals», процентиль – 50%, квартиль (Q) – Q2, IF – 2.67, CiteScore 3,2).
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%)	При выполнении диссертационной работы в выбранных объектах исследования впервые: - разработан и изучен магнетронный способ нанесения многослойных композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов. Определены оптимальные режимы нанесения композиционных покрытий; - определены закономерности структурно-фазовых состояний композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; - установлено влияние термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Научные результаты и положения являются полностью новыми, что

			подтверждается не только статьями в международных изданиях, индексируемых в наукометрических системах Web of Science и Scopus, но и полученными патентами на изобретения: «Способ нанесения износостойкого покрытия на жаропрочный сплав», «Способ нанесения керамического покрытия на титановый сплав», «Способ нанесения износостойкого покрытия на детали из чугуна и стали».
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы диссертации основаны на всестороннем анализе полученных результатов исследований с привлечением результатов и выводов других авторов. При этом сформулированные в диссертации выводы касаются только собственных результатов исследований и являются полностью новыми.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 1) 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются полностью новыми и обоснованными, поскольку позволили впервые разработать и изучить магнетронный способ нанесения многослойных композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов; определить оптимальные режимы нанесения композиционных покрытий; определить закономерности структурно-фазовых состояний композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; установить влияние термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y, что подтверждено получением патентов на изобретения и публикациями результатов диссертационного исследования в отечественных и зарубежных рецензируемых научных изданиях.
6	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах, либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitativeresearch и направлений подготовки по искусству и гуманитарным	Качественный анализ результатов экспериментальных исследований проведен на основе современных представлений о физических процессах, протекающих в композиционном покрытии Cr-Al-Co-Y и не противоречат основным фундаментальным законам физики. Поэтому выводы достаточно обоснованы.

		наукам)	
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	Положения, выносимые на защиту доказаны. На защиту соискатель выносит следующие основные положения: 1. Магнетронный способ нанесения композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. 2. Результаты, характеризующие структурно-фазовое состояние и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. 3. Закономерности изменения структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y в зависимости от температуры Положения являются новыми, основанными на результатах экспериментальных исследований и подтверждаются публикациями соискателя, опубликованные в научных журналах, входящих в базу данных Scopus и Web of Science, а также в изданиях, рекомендованных ККСО Министерства Просвещения РК, а также в материалах международных конференций.
		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет	Положения не являются тривиальными, поскольку обладают новизной.
		7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет	Представленные положения являются новыми, так как результаты опубликованы в высокорейтинговых профильных журналах. Кроме того, проведенные исследования защищены патентами на изобретения РК.
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий	Уровень применения – широкий, поскольку применение полученных результатов может быть осуществлено в области создания инновационных технологий поверхностной обработки материалов.
		7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	Да, доказано. Результаты исследования нашли отражение в 13 научных публикациях, в том числе в 2-х зарубежных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus и Web of Science; в 4-х изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК, 7-ми материалах международных конференций и в 3-х патентах на изобретения РК. Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены на 12

			международных конференциях.
8	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	Выбор методологии обоснован. Докторант опирается на теоретические и экспериментальные методы исследования. Правильный выбор методологии исследования позволил докторанту определить достоверность полученных результатов диссертационного исследования.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u> ; 2) нет	При выполнении данной диссертационной работы были использованы следующие современные, апробированные экспериментальные методы: - нанесение покрытий проводили магнетронным методом на ионно-плазменной установке ВЧ-магнетронного напыления 08ПХО-100Т-005 с магнетронным источником (Томск); - исследование микроструктуры проводили на просвечивающем электронном микроскопе JEM-2100 (JEOL, Japan) (Томск); - определение структурно-фазового состояния и элементного состава методом растровой электронной микроскопии проводили на растровом электронном микроскопе JSM-6390LV (JEOL, Japan) (EDX), INCA ENERGY (Oxford Instruments, UK) (Томск, Новосибирск); - рентгеноструктурные исследования проводили на приборах X'PERTPRO, Shimadzu XRD 6000, ARLX'tra (ThermoFisher Scientific) (Томск, Новосибирск); - съемку поверхности выполняли на атомно-силовом микроскопе NTEGRA PRIMA NT-MDT (Томск); - шероховатость снимали на профилометре, модель 130, АО «Завод ПРОТОН» (Усть-Каменогорск); - трещиностойкость покрытий определяли на наноиндентере CSM INSTRUMENTS NHT2 с алмазным индентором Берковича (Томск, Усть-Каменогорск); - термообработку покрытий проводили на установке «MILA-5000» (ULVAC-RICO (Япония) (Новосибирск); - моделирование было проведено методом конечных элементов в программе COSMOSFloWorks (Усть-Каменогорск).
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности	Работа носит экспериментальный характер. Поэтому выявленные взаимосвязи и закономерности, выводы и модели обоснованы и подтверждены только результатами измерения и их сравнением с

		доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u>; 2) нет	известными из литературных источников, достоверными результатами, которым они не противоречат.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения подтверждены ссылками на цитируемую литературу.
		8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора	При выполнении диссертации было использовано 96 литературных источников, качество которых не вызывают сомнения, это в основном научные статьи в международных высокорейтинговых журналах. Особо хочется отметить использование большого количества зарубежных литературных источников.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u>; 2) нет	Результаты исследований расширяют представления о процессах формирования композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y, полученных методом магнетронного распыления. Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс Факультета Естественных наук и технологий НАО «Восточно-Казахстанский университет им. С.Аманжолова».
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u>; 2) нет	Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть применены на металлургических предприятиях, занимающихся вопросами создания высокопрочных металлических изделий, созданием инновационных технологий поверхностной обработки материалов. Результаты научной и инновационной деятельности внедрены в производство электротехнического оборудования АО «КЭМОНТ», что подтверждается Актом внедрения.

		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 на основе результатов исследования являются полностью новыми, так как впервые разработан и изучен магнетронный способ нанесения многослойных композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов. Определены оптимальные режимы нанесения композиционных покрытий; определены закономерности структурно-фазовых состояний композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; установлено влияние термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Таким образом, результаты диссертационного исследования, показывают существенную практическую новизну и отличный потенциал для дальнейшего использования.
10	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма высокое. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемым к диссертациям.

Несмотря на то, что диссертационное исследование Жилкашиновой А.М. оценено положительно, следует отметить некоторые замечания:

1. В работе описаны режимы термической обработки при определенных температурах, однако отсутствует обоснование выбора указанных температур.

2. Имеется незначительное количество орфографических и стилистических ошибок.

Однако, отмеченные недостатки не затрагивают существа работы и имеют рекомендательный характер. Выявленные замечания не снижают высокого научного уровня и практической ценности настоящей диссертационной работы

Вывод:

На основании вышеизложенного, считаю диссертацию Жилкашиновой Асель Михайловны законченным трудом и рекомендую работу к защите и ходатайствую перед КОКСО Министерства Просвещения РК для присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05301 – «Физика».

Официальный рецензент:

Доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры
физики школы естественных, социальных и гуманитарных наук,

директор лаборатории перспективных исследований материалов и
лазерных технологий Назарбаев Университета

Ж.Н. Утегулов

« 3 » ноября 2022 г.

Подпись Утегулова Жандоса Нурпеисовича удостоверяю
Старший HR менеджер Школы Естественных, Социальных и Гуманитарных Наук
Назарбаева Университета

Ш.М. Карабалиева

