

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 степеней 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: <u>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы,</u> <u>финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u> 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)	Тема диссертации соответствует приоритетному и специализированному научному направлению «Энергетика и машиностроение». 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>	Проблема создания материалов, обладающих высокой износостойкостью и другими качествами, способными повысить долговечность ответственных деталей агрегатов и оборудования, не

		раскрыта/не раскрыта	теряет своей актуальности, поэтому, износостойкие композиционные покрытия все больше привлекают к себе внимание исследователей. В данном вопросе важное значение приобретают исследования в области создания усовершенствованных способов воздействия на структуру и свойства покрытий, и комплексное использование уже имеющихся разработок, оптимальное сочетание которых может создавать новые возможности для направленного воздействия на структуру и свойства получаемых покрытий. Нанесение защитных покрытий способно обеспечить повышение долговечности деталей без значительного увеличения их стоимости. В диссертационной работе предложен разработанный магнетронный способ нанесения композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов, а также проведены исследования влияния температурного воздействия на структуру и свойства данных покрытий. В работе определены закономерности структурно-фазовых состояний композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y, а также установлено влияние термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Согласно приведенному описанию работ, все основные результаты получены непосредственно докторантом самостоятельно. Соответственно, есть основания полагать о высокой квалификации подготовки докторанта.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации четко обоснована, так как дальнейшая разработка, промышленное освоение и широкое применение новых эффективных жаростойких 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, выявления общих закономерностей структурообразования как материалов для покрытия, так и самого покрытия. Актуальность выбранной докторантом темы диссертации физически обоснована. Проведение исследовательских работ в данной области представляет немаловажный интерес с научной точки зрения. В

		тонкопленочных материалах возможны эффекты, отсутствующие у объемных материалов. К тому же актуальность диссертации подтверждена опубликованием научных статей в высокорейтинговых профильных журналах «Coatings» (Q2). Диссертационная работа содержит пять глав, введение и заключение. Принцип внутреннего единства соблюден, содержание диссертации полностью отражает тему работы. В первой главе подробно описана актуальность темы исследования и приведены основные способы нанесения защитных покрытий и исследования структурно-фазовых состояний и свойств покрытий. Вторая глава описывает материалы, используемое оборудование и методы исследования. В третьей главе приведен разработанный магнетронный способ нанесения композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Четвертая глава полностью посвящена подробному описанию результатов, характеризующих структурно-фазовое состояние и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Пятая глава содержит результаты влияния термической обработки на структурно-фазовое состояние и свойства покрытия. Таким образом, содержание диссертации полностью отражает тему диссертации.
	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Целью диссертационной работы является исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y, полученного на основе разработанного способа магнетронного нанесения. Задачи диссертации направлены на достижение этой цели. Цель и задачи полностью соответствуют теме диссертации.
	4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Целью диссертационной работы является исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y, полученного на основе разработанного способа магнетронного нанесения. Задачи диссертации направлены на достижение этой цели. Цель и задачи полностью соответствуют теме диссертации.
	4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Все разделы и положения диссертации характеризуются полной взаимосвязанностью между собой, предоставленные научные результаты логически связаны между собой, а сама рукопись хорошо построена и структурирована. Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников и приложений.
	4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и	Автором предложен новый магнетронный способ нанесения многослойных композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов. Определены оптимальные

	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	режимы нанесения композиционных покрытий, закономерности структурно-фазовых состояний композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y, а также установлено влияние термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Эти результаты отражены в статьях, опубликованных в международных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus и Web of Science. Автором был проведен критический анализ, основанный на сравнении с известными решениями, предложенными ранее в других международных и отечественных научных публикациях. Полученные научные результаты и выносимые положения обладают высокой степенью новизны, так как впервые предложен новый магнетронный способ нанесения многослойных композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов. Также впервые изучены структурно-фазовые состояния и свойства покрытий в исходном состоянии и после термического воздействия. Также впервые был предложен расчетно-экспериментальный метод прогнозирования ресурса покрытий и схемы строения покрытий. Указанный метод может обеспечить возможность увеличения ресурса турбин, позволяя найти оптимальное сочетание градиента толщины. 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. 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%)	Основные научные результаты, выводы и заключение, сформулированные в диссертации, являются новыми. Выводы полученных научных результатов по 3 положениям, выносимым на защиту: 1. Разработан магнетронный способ нанесения композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y, который позволяет формировать плотные покрытия без ярко выраженной столчатой структуры, характерной для
	5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	

металлических покрытий. Определены оптимальные режимы нанесения композиционных покрытий. Получены многослойные (1-но, 2-х, 4-х и 8-мислойные) покрытия с управляемой концентрацией составляющих элементов Cr, Al, Si, Y.

2. Изучено структурно-фазовое состояние многослойных покрытий Cr-Al-Co-Y. Исследования показали, что в покрытиях формируется развитая межфазная граница между покрытием и подложкой, а также между самими слоями, что хорошо видно на всех образцах. Установлено, что многослойные покрытия в исходном состоянии являются преимущественно рентгеноаморфными. При этом для 2-хслойного покрытия наблюдается наличие поликристаллических фаз (CoO , $\text{AlSi}_{0.5}\text{O}_{2.5}$ и SiO_2). Было отмечено, что концентрация хрома в покрытии растет с увеличением количества слоев, с пропорциональным уменьшением количества кобальта. Установлено, что 4-хслойное покрытие обладает максимальным значением Ra шероховатости поверхности и микротвердости, что делает его наиболее прочностостойкой системой из всех исследуемых в данной работе. Обнаружено, что уровень эрозионной (абразивной) стойкости всех образцов составляет в среднем $9,8598 \times 10^{-15}$ кг/(с*м²), при этом 4-х и 8-мислойные покрытия, в отличие от 1-но и 2-хслойных, показывают повышение стойкости на 7-9%.

3. Изучены особенности влияния термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Выявлено, что основным процессом, происходящим при термической обработке является формирование фазы шпинельного типа (SiO_2 , CoO , $\text{AlSi}_{0.5}\text{O}_{2.5}$, $\text{CrAl}_{0.42}\text{Si}_{1.58}$, Co_3O_4 , Y_2O_3 , CoCr_2O_4). Их окончательное формирование для всех многослойных покрытий происходит в диапазоне температур 800-1000°C. Установлено, что структура подвергшихся термическому воздействию образцов столбчатая, наличие слоев хорошо различимо во всех режимах ПЭМ и РЭМ. Было замечено, что содержание кобальта с увеличением температуры отжига уменьшается. Показано, что с повышением температуры значения микротвердости и шероховатости покрытий увеличиваются. Было обнаружено незначительное увеличение эрозионной (абразивной)

		стойкости ($9,0122e-15 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$) после термообработки при 400°C, по сравнению с теми же образцами в исходном состоянии. В результате исследований установлено, что значение эрозийной (абразивной) стойкости отожженных образцов в среднем уменьшилось на 16%. 4. По результатам расчетно-экспериментального метода прогнозирования ресурса покрытий и схемы строения покрытий установлено, что рабочая поверхность лопаток ГТД имеет неравномерный износ. При этом расчёты показали, что ресурс рабочей поверхности лопаток ГТД с покрытиями на основе Cr-Al-Co-Y примерно в два раза выше, чем материала без покрытий.
	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%)	Технологические решения, используемые для достижения поставленных задач, являются новыми, 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.
Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомах с научной точки зрения доказательств, либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Полученные докторантом научные результаты, а также сделанные выводы не противоречат основным положениям физики конденсированных сред. Фазовые и структурные превращения, протекающие в композиционном покрытии Cr-Al-Co-Y в результате термической обработки объясняются с позиций известных закономерностей метастабильных фазовых превращений. Полученные результаты имеют как теоретическую, так и практическую значимость и выполнены на современных исследовательских оборудованных. На основании этого можно сделать вывод, что поставленные докторантом в диссертационном исследовании цели достигнуты, а задачи полностью выполнены. Выводы, сделанные диссертантом на основе полученных научных результатов, логически построены и с научной точки зрения

		могут быть признаны обоснованными.
Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u>; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано	7.1 Соискатель на защиту выносит 3 основных положения: 1. Магнетронный способ нанесения композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Положение является новым, основанным на результатах экспериментальных исследований и подтверждается публикациями соискателя. 2. Результаты, характеризующие структурно-фазовое состояние и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y. Положение является новым, основанным на результатах экспериментальных исследований и подтверждается публикациями соискателя. 3. Закономерности изменения структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y в зависимости от температуры. Положение является новым, основанным на результатах экспериментальных исследований и подтверждается публикациями соискателя. Положения доказаны результатами экспериментальных исследований, которые были опубликованы в 13 изданиях, в том числе в 2-х зарубежных 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); в 4-х изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования Министерства Просвещения РК (1. «Вестник НЯЦ РК», серия физические науки; 2. «Reports of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan», серия физические и химические науки; 3. «Physical Sciences and Technology», серия физические науки; 4. «Reports of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan», серия физические и химические науки); 7-ми материалах международных конференций и в 3-х патентах на изобретения РК (1. №35716, заявл. 03.04.21, опубл. 17.06.22, Бюл. №24; 2. №35713, заявл. 03.04.21, опубл. 17.06.22, Бюл. №244; 3. №35088, заявл. 02.04.20, опубл. 28.05.21, Бюл. №21).

	7.2 Является ли тривиальным? 1) <u>да</u>; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет	Все положения, выносимые на защиту не содержат тривиальных элементов и имеют большую научную и научно-практическую значимость. Представленные положения являются новыми, так как результаты опубликованы в высокорейтинговых профильных журналах. Кроме того, разработанный способ нанесения износостойкого покрытия защищен патентами на изобретения РК. Полученные результаты исследований дают новые, более глубокие представления о процессах формирования композиционных покрытий Cr-Co-Al-Y, полученных методом магнетронного распыления. Применение полученных результатов может быть выполнено в области создания инновационных технологий поверхностной обработки материалов. Результаты исследования отражены в 13 публикациях: 1. Скаков М.К., Жилкашинова А.С.М., Градобоев А.В., Жилкашинова Ал.М., Абилов М.Б. Разработка и исследование технологии получения жаропрочного сплава на основе Ni-Cr с композиционным покрытием // Вестник НЯЦ РК. - №4. - 2020. – С. 35-41. 2. Zhilkashinova, A., Abilev, M., Pavlov, A., Prokhorenkova, N., Skakov, M., Gradoboev, A., Zhilkashinova, A. Ion-Plasma Spraying and Electron-Beam Treatment of Composite Cr-Al-Co-ZrO₂-Y₂O₃ Coating on the Surface of Ni-Cr Alloy // Coatings. - 2021, - №11(3), - P. 321. - DOI: doi.org/10.3390/coatings11030321. 3. A.M. Zhilkashinova, M.K.Skakov, A.V. Gradoboev, G.S. Bektassova. Development and research of plasma spraying technology and obtaining composite (Cr-Al – Co - rare-earth group) coating of refractory alloy based on Ni-Cr // Сборник тезисов докладов по итогам международной конференции «Advanced manufacturing materials and research: new technologies and techniques AMM&R2021. - 2021. – P. 27. 4. A.M. Zhilkashinova, M.K.Skakov, A.V. Gradoboev, G.S. Bektassova, A.M. Zhilkashinova. A method for increasing the durability of the working surface of five-roll mill // Сборник докладов по итогам международной конференции «14-ая международная конференция «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы,
--	---	--

- защитные покрытия, сварка». – 2020. – С. 452-456.
5. Скаков М.К., Жилкашинова А.М., Градобоев А.В., Жилкашинова Ал.М., Абилов М.Б. Особенности способа получения жаропрочного сплава на основе Ni-Cr с композиционным покрытием на его поверхности // Сборник докладов по итогам международной конференции «Порошковая металлургия: Инженерия поверхности. Новые порошковые композиционные материалы. Сварка. – 2021. – С. 52-63.
 6. Zhilkashinova As.M., Skakov M.K., Gradoboyev A.V., Zhilkashinova Al.M. Multilayer ion-plasma coating CR-AL-CO-Y and its phase composition // Reports of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. - Volume 4. - №338. – 2021. P. 158 – 166. - DOI: doi.org/10.32014/2021.2518-1483.73.
 7. Zhilkashinova As.M, Zhilkashinova Al.M., Skakov M.K., Abilev M.A., Prokhorenkova N. Features of structural-phase states of Co-Cr-Al-Y composite coatings after heat treatment // Physical Sciences and Technology. - Vol. 9 (No. 1-2). – 2022. P. 45-54. - DOI: doi.org/10.26577/phst.2022.v9.i1.06.
 8. Zhilkashinova As.M., Skakov M.K., Zhilkashinova Al.M. Phase composition and mechanical properties of the CR-AL-CO-Y composite coating // Сборник тезисов по итогам международной конференции XXXIX. Jesiennej Szkoly Tribologicznej. – 2021. – P. 62.
 9. Zhilkashinova As.M., Skakov M.K., Gradoboyev A.V., Zhilkashinova Al.M. Structural-phase state of multilayer CO-CR-AL-Y coatings // Сборник тезисов по итогам международной конференции «III International Scientific Forum "Nuclear Science and Technologies"». – 2021. – P. 101-102.
 10. Zhilkashinova As.M., Skakov M.K., I. Ocheredko, Zhilkashinova Al.M. Computational - experimental method of forecasting the lifetime of CO-CR-Al-Y composite coatings // Reports of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. - Volume 1. - №341. – 2022. P. 117– 123. - DOI: doi.org/10.32014/2022.2518-1483.140.
 11. Жилкашинова А.М., Скаков М.К., Жилкашинова Ал.М. Разработка и исследование способа нанесения многослойных покрытий с управляемой концентрацией Co-Cr-Al-Y // Сборник тезисов докладов по

		итогах международной конференции «IX международная конференция Семипалатинский испытательный полигон: наследие и перспективы развития научно-технического потенциала». – 2021. – С. 58. 12. Skakov, As. Zhilkashinova, Al. Zhilkashinova, M. Abilev, N. Prokhorenkova, M. Agelmenev, A. Ismailova. Effect of Heat Treatment on the Structural-Phase State and Properties of a Multilayer Co-Cr-Al-Y Coating // Crystals. – 2022. - №12, 1056. - DOI: doi.org/10.3390/. 13. M. Skakov, As. Zhilkashinova, Al. Zhilkashinova, A. Gradoboev. Structural-phase state and properties of the Cr-Al-Co-Y composite coating as a result of thermal exposure / Abstract book // The 10th International Conference on Nanomaterials and Advanced Energy Storage Systems. – 2022. - P. 58.
Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертационное исследование было проведено соискателем с использованием современных аналитических методов. Выбранные автором методы качественно и подробно описаны во второй главе диссертации. Методология диссертационной работы основана на широко известных и апробированных научных подходах, при этом характеризуется высокой степенью новизны в сравнении с известными отечественными и зарубежными аналогами.
	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 микроstructures 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

9	Принцип практической	8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u>; 2) нет 8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу 8.5 Использованные источники литературы <u>достаточно</u>/не достаточно для литературного обзора	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 «MPLA-5000» (ULVAC-RICO (Япония) (Новосибирск); - моделирование было проведено методом конечных элементов в программе COSMOSFloWorks (Усть-Каменогорск). Диссертационная работа является экспериментальной исследовательской работой, поэтому в ней отсутствуют теоретические выводы, требующие экспериментального подтверждения. На материалы, использованные докторантом в процессе исследования, имеются ссылки в диссертации. Полученные результаты проанализированы в сравнении с известными данными, которые опубликованы в международных научных изданиях, индексируемых в наукометрических системах Scopus и Web of Science. 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. Диссертационная работа имеет теоретическое и прикладное значения.
---	----------------------	--	---

ценности	теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Полученные результаты расчетно-экспериментальных исследований дают новые, более глубокие 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» (Акт внедрения). 9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет Ценность практической значимости высока. Нанесение защитных покрытий на детали оборудования способно обеспечить повышение долговечности деталей без значительного увеличения их стоимости. Внедрение результатов исследования диссертационной работы позволило повысить надежность и безопасность производимой АО «КЭМОНТ» электротехнической продукции (комплектные трансформаторные подстанции, распределительные устройства, коммутационная аппаратура и иная продукция АО «КЭМОНТ»), а также предоставить возможность оперативного ремонта данного оборудования, обеспечить безопасность в обслуживании, простотой при монтаже и вводе в эксплуатацию. Нанесение композиционного покрытия Co-Cr-Al-Y предложенным способом при внедрении в производство обеспечило защиту металлических поверхностей деталей в процессе интенсивной эксплуатации, что продлевает срок службы изделия в несколько раз (Акт 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 дальнейшего использования.
----------	--	--

10	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа характеризуется высоким качеством академического письма. Оформление работы соответствует общим требованиям, относящимся к диссертационным работам. Диссертация представляет собой законченную научную работу, которую имеет теоретическую и практическую значимость.
----	---------------------------------	--	---

В целом диссертационная работа Жилкашиновой Асель Михайловны «Исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Si-Al-Co-Y», 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 образования и науки МОН РК к PhD диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора (PhD) по специальности 8D05301 – «Физика».

Официальный рецензент:

Доктор технических наук, профессор,
директор производственного внедренческого комплекса прикладных исследований и разработок ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова»


«04» 11 2022 г. А.А. Ситников

Подпись Ситникова Александра Андреевича удостоверяю.

Ученый секретарь Ученого совета АлтГТУ,

кандидат филологических наук, доцент



Т.А. Головина