

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Игнатьева Захара Евгеньевича «Разработка методов управления процессом формирования структуры поверхностного слоя рабочей лопатки ГТД при нанесении теплозащитных покрытий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 - Порошковая металлургия и композиционные материалы

Совершенствование конструкций существующих и разрабатываемых газотурбинных двигателей направлено на повышение ресурса их основных элементов, в том числе, - охлаждаемых турбинных лопаток, воспринимающих значительные температурные и силовые нагрузки, осложнённые коррозионным влиянием среды. Длительное и успешное функционирование лопаток обеспечивает нанесение на их поверхность различного рода покрытий. Однако, их создание сталкивается с проблемой (а в ряде случаев с невозможностью) одновременной реализации требуемых жаропрочности и жаростойкости лопаток.

Многокомпонентные жаро- и коррозионностойкие никель-кобальт-хромовые покрытия с керамической защитой, получаемые плазменным нанесением, содержат структурные дефекты, снижающие их долговечность. Перспективным решением указанной проблемы является создание теплостойких покрытий лопаток по технологии вакуумного электронно-лучевого испарения. Особенностью структуры, подобных покрытий является их высокая прочность. Однако, растущие требования к долговечности лопаток ГТД требуют большего повышения сопротивляемости их покрытий высокотемпературной газовой эрозии и коррозии.

С учетом этого тема диссертационной работы Игнатьева З.Е., посвященной повышению ресурса рабочих лопаток ГТД на основе разработки и внедрения методов обеспечения структуры и фазового состава поверхностного слоя при нанесении теплозащитных покрытий, является, несомненно, актуальной с научной и с практической точек зрения.

Для достижения поставленной цели и решения задач работы по созданию моно- и поликристаллических никелевых образцов жаропрочных сплавов и нанесения покрытий диссертант использовал промышленную вакуумную индукционную плавильную, ионно-плазменную и электронно-лучевую установки МАП-1 и Л-8. Соискатель задействовал широкий спектр современных стандартизированных методов металлофизического анализа объектов исследования: оптическую и растровую электронную микроскопию с рентгеновским энергодисперсионным анализом, термоциклические, изотермические и коррозионные испытания покрытий, скрэтч-тестирование для оценки адгезионных характеристик. Выполненный в ППП STATISTICA статистический анализ результатов обеспечил автору получение регрессионной математической модели нанесения покрытий, а также высокую достоверность и обоснованность сделанных на её основе научных выводов и практических рекомендаций.

Особенно следует отметить выявление автором условий формирования слоистой текстуры основного керамического слоя и дополнительного микрослоя моноалюминиды никеля, позволивших контролировать микроструктуру покрытия (снизить количество сквозных пор), увеличить его адгезионную прочность и эксплуатационные свойства лопаток ГТД. Необходимо также выделить разработку соискателем и промышленную апробацию в условиях высокотемпературной солевой коррозии при 1000 °С предложенных им систем теплозащитных покрытий.

Вместе с тем по диссертационной работе следует сделать ряд замечаний.

1. В автореферате не приведены сведения о результатах зарубежных исследований по тематике работы и их авторах.
2. На приведенных фотографиях микроструктур желательно указывать их увеличение.
3. Каким образом и где была выполнена промышленная апробация предложенных автором решений?
4. Не вполне понятно о каких уточнениях и какой нормативной документации при создании и апробации систем покрытий идёт речь в автореферате.

Указанные замечания не снижают общей, несомненно, положительной оценки представленной диссертационной работы, а указывают на большой интерес к ней.

Диссертант решил и довёл до практической реализации важную многоплановую научно-хозяйственную задачу. Установил закономерности структурообразования и изменения фазового и химического состава поверхностного слоя лопатки от параметров процесса нанесения покрытия. Разработал и опробовал в промышленных условиях технологию нанесения теплозащитных покрытий, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками.

Считаю, что содержание диссертационной работы Игнатъева З.Е., изложенное в автореферате, соответствует паспорту специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы. Результаты работы полно отражены в 11 печатных работах и в том числе в 6 научных журналах, рекомендованных ВАК (входящих в базу RSCI), подробно обсуждены на 11 международных научных конференциях, в том числе в международном проекте «TheBarCode» при участии ПАО «ОДК-Сатурн» и ведущих научно-исследовательских институтов Греции, Румынии, Бельгии. По теме автором получен патент на изобретение.

В целом диссертация «Разработка методов управления процессом формирования структуры поверхностного слоя рабочей лопатки ГТД при нанесении теплозащитных покрытий», является завершённой квалификационной научно-исследовательской работой, содержащей новые научные и технические решения, отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Игнатъев Захар Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

На обработку персональных данных, связанных с защитой диссертационной работы Игнатъева Захара Евгеньевича согласен.

Ведущий научный сотрудник кафедры технологии и сервиса
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет
педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
доктор технических наук, по специальности:
05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов,
доцент



Подпись
Начальник отдела
делопроизводства и связи
Б. С.

Чуканов Александр Николаевич

04.06.2026 г.

300026. г. Тула, пр-т Ленина, 125.

ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»

Тел.: 8 (4872) 35-14-88; e-mail: info@tolstovsky.ru

Тел.: 8 9606054661. E-mail: alexchukanov@yandex.ru