

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Селиванова Константина Сергеевича
«Многослойные ионно-плазменные покрытия для повышения износостойкости и долговечности лопаток турбомашин из титановых сплавов», выполненный на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение»
(технические науки)

Создание новых и оптимизация существующих технологий упрочнения и защиты работающих в условиях сложного нагружения деталей машин и механизмов от агрессивных рабочих сред является одной из актуальных задач современного материаловедения. Решение этой задачи в настоящее время во многом связано с развитием вакуумно-плазменных технологий, позволяющих формировать многофункциональные покрытия с заранее заданными свойствами.

Тема диссертационной работы К.С. Селиванова посвящена разработке многослойных ионно-плазменных покрытий для упрочнения рабочих и направляющих лопаток газовых и паровых турбин из титановых сплавов. Тематика исследования соответствует актуальным задачам повышения надежности и долговечности энергетического и газотранспортного оборудования, эксплуатируемого в условиях абразивной и каплеударной эрозии. Кроме этого, актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью развития импортонезависимых технологий, что является важным фактором для отечественного машиностроения.

Диссертационная работа К.С. Селиванова представляет собой масштабное исследование, направленное на решение актуальной проблемы повышения износостойкости и долговечности лопаток газовых и паровых турбин из титановых сплавов. Предложенный подход основан на использовании многослойных ионно-плазменных покрытий на основе тугоплавких металлов IV–V групп и их нитридов. Автором диссертации проведена теоретическая, экспериментальная и технологическая работа, результаты которой частично освоены в условиях действующего промышленного производства. Работа выполнена на высоком научном уровне. Сформулированные ниже вопросы к тексту автореферата носят в основном уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки проведённого в диссертационной работе исследования.

1. При проведении моделирования термомеханического воздействия и напряжённо-деформированного состояния системы «покрытие–подложка» учитывалось ли влияние реальных структурных дефектов покрытий (пористость, границы зёрен, остаточные технологические напряжения)? Если да, то каким образом эти факторы были параметризованы и введены в модель?

2. В тексте автореферата утверждается, что наличие поверхностных слоёв α -Ti способствует снижению фреттинг-износа за счёт формирования слоя твёрдой смазки. Проводился ли фазовый и химический анализ продуктов износа известными аналитическими методами для непосредственного экспериментального подтверждения реализации данного механизма?

3. Наблюдаемое в работе увеличение предела усталости исследуемого материала после имплантации азота может быть обусловлено как дислокационным упрочнением, так и формированием дисперсных нитридных фаз в приповерхностном слое. Исследовалось ли изменение плотности дислокаций (например, методами просвечивающей электронной микроскопии) и наличие тонкодисперсных (аноразмерных) частиц нитридов в материале до и после обработки для оценки вклада каждого из указанных механизмов упрочнения?

4. Использование искусственных нейронных сетей для прогнозирования свойств исследуемых металлических материалов представляет значительный интерес. Было бы целесообразно уточнить объём и структуру обучающей выборки, а также описать процедуру валидации и тестирования построенных моделей для оценки их адекватности и точности.

5. В контексте требований к долговечности лопаток (ресурс > 50 тыс. часов) исследовалось ли влияние продолжительных высокотемпературных воздействий, имитирующих реальные условия эксплуатации, на стабильность структуры системы металл-покрытие? В частности, изучались ли процессы межслойной диффузии, коалесценции фаз или инициированной диффузией миграции границ зёрен, которые могут влиять на механические и другие свойства указанной системы в течение длительного срока эксплуатации?

Достоверность полученных результатов диссертационной работы К.С. Селиванова подтверждается профессиональным уровнем обсуждения результатов, применением общепризнанных и стандартизированных методик исследования: лабораторные, ускоренные и опытно-промышленные испытания. Объём экспериментальных данных и их статистическая обработка являются достаточными для обоснования сделанных теоретических выводов. Практическая значимость полученных результатов подтверждается разработанными новыми технологическими приемами и методиками испытаний, которые частично внедрены на ведущих машиностроительных предприятиях ПАО «Газпром», АО «ОДК» и АО «Силовые машины».

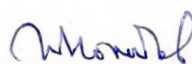
Сделанные замечания, как отмечалось выше, носят уточняющий характер и не снижают научной, теоретической и практической ценности диссертационного исследования.

Диссертационная работа К.С. Селиванова «Многослойные ионно-плазменные покрытия для повышения износостойкости и долговечности лопаток турбомашин из

титановых сплавов» является завершенным научным исследованием, в котором изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит заметный вклад в развитие отечественного машиностроения. Полученные научные, теоретические и практические результаты успешно внедрены на промышленных предприятиях при производстве лопаток турбомашин из титановых сплавов, что подтверждает их высокую практическую значимость.

Считаем, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9, 10, 11, 13 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение» (технические науки).

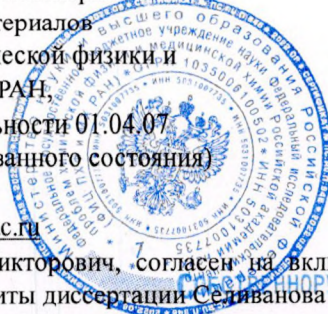
Главный научный сотрудник, и.о. зав. лабораторией
физико-химической инженерии
композиционных материалов
ФИЦ проблем химической физики и
медицинской химии РАН,
д. ф-м. н. по специальности
01.04.07 (Физика конденсированного состояния),
профессор по специальности 01.04.07
(Физика конденсированного состояния)
Тел. 8(49652)21320
e-mail: kolobov@icp.ac.ru



Колобов Юрий Романович

Я, Колобов Юрий Романович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с процедурой защиты диссертации Селиванова К.С., и их дальнейшую обработку.

Старший научный сотрудник лаборатории
физико-химической инженерии
композиционных материалов
ФИЦ проблем химической физики и
медицинской химии РАН,
к.ф.-м.н. по специальности 01.04.07
(Физика конденсированного состояния)
Тел. . 8(49652)21941
e-mail: nelasov@icp.ac.ru



Неласов Иван Викторович

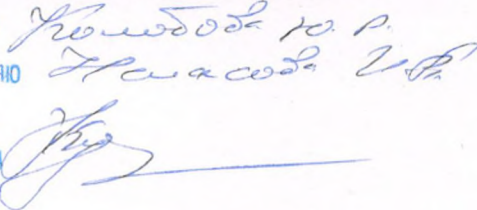
Я, Неласов Иван Викторович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с процедурой защиты диссертации Селиванова К.С., и их дальнейшую обработку.

СОТРУДНИКА

УДОСТОВЕРЯЮ

СОТРУДНИК

КАНЦЕЛЯРИИ



Адрес организации: 142432, Московская обл., г.о. Черноголовка, ., г. Черноголовка, проспект академика Семенова, 1

Дата составления отзыва 12.01.2026 г.