

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации
Селиванова Константина Сергеевича

«Многослойные ионно-плазменные покрытия для повышения
износостойкости и долговечности лопаток турбомашин из титановых
сплавов»

на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки)

Развитие современного энергетического и авиационного машиностроения напрямую связано с решением задач повышения надежности и ресурса работы деталей, работающих в экстремальных условиях. Лопатки турбомашин из титановых сплавов, обладая высокой удельной прочностью и коррозионной стойкостью, остаются уязвимыми к изнашиванию в условиях газоабразивного износа, каплеударной эрозии и фреттинг-коррозии. Ускоренный износ таких лопаток увеличивает риски возникновения аварийных ситуаций, приводящие к снижению надежности эксплуатации энергетического оборудования и, как следствие, к значительным экономическим потерям. В работе предложено решение этой проблемы путем разработки и применения многослойных ионно-плазменных покрытий, позволяющих многократно увеличить износостойкость и долговечность лопаток, изготавливаемых из титановых сплавов. Таким образом, выбранная тема исследования является безусловно актуальной, имеет важное научное и прикладное значение и отвечает современным вызовам, стоящим перед материаловедением в области энергетического машиностроения.

Новизна работы заключается в разработке научных основ формирования многослойных ионно-плазменных покрытий с заданной структурой, выявлении механизмов сопротивления износу, установлении закономерностей взаимосвязи износостойкости с составом материалов и параметрами конструкции покрытий. Выявлены и экспериментально подтверждены механизмы трещинообразования и сопротивления развитию дефектов в многослойных покрытиях при эксплуатационном воздействии. Установлена и подтверждена роль границ нитридных и металлических слоев в качестве барьеров на пути развития микротрещин, объясняющая многократное повышение износостойкости разработанных покрытий.

Отдельно необходимо отметить успешное применение соискателем метода конечных элементов (FEA) для моделирования напряженно-деформированного состояния материала многослойного покрытия и использования искусственных нейронных сетей для прогнозирования износостойкости покрытий на основе полученных экспериментальных данных, что соответствует передовым мировым тенденциям в области цифрового материаловедения (Computational Materials Science).

Достоверность результатов, полученных в работе, обеспечена использованием общепринятых и стандартных методик, современного аттестованного исследовательского оборудования, а также сопоставлением расчетных и экспериментальных данных, подтвержденных промышленными испытаниями.

В качестве замечаний хотел бы отметить следующее:

В главе 1 желательно было бы более подробно провести сравнительный анализ отечественных и зарубежных технологий нанесения многослойных покрытий на лопатки.

В главе 2 проводится моделирование и детальный анализ процессов рассеяния упругих волн деформаций в многослойных покрытиях. По аналогии с известным в теории звуковых волн индексом звукоизоляции в работе для сравнительной оценки износостойкости покрытий предложен коэффициент D . Из текста автореферата не ясно, каковы область и условия применимости этого коэффициента к лопаткам с покрытиями.

В главе 3 соискателем представлена классификация процессов комплексной вакуумной плазменной обработки (КВИПО), которая могла бы быть дополнена другими известными методами нанесения покрытий в вакууме, такими как магнетронное распыление, парофазное осаждение и др.

В главе 6, посвященной разработке процессов осаждения разработанных покрытий, хотелось бы видеть оценку экономического эффекта от их внедрения, например, срок окупаемости или коэффициент рентабельности.

Высказанные замечания носят уточняющий характер и не снижают научной, теоретической и практической ценности диссертационного исследования, которое в целом можно охарактеризовать как научно-квалификационную работу. На основании выполненных соискателем исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Считаю, что диссертационная работа «Многослойные ионно-плазменные покрытия для повышения износостойкости и долговечности лопаток турбомашин из титановых сплавов» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к

диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Селиванов Константин Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Михаил Владимирович Песин

Доктор технических наук (специальность 05.02.08 Технология машиностроения), член-корреспондент РАН

Адрес: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29, ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

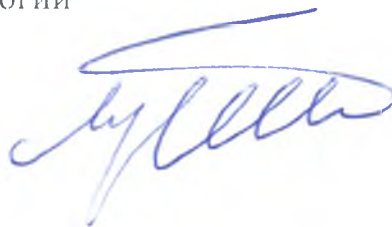
Телефон: +7 (342) 2-198-023

E-mail: pesin@pstu.ru

Дата: « 25 » декабря 20 25 года

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения»

Декан механико-технологического факультета



Дата: « 25 » декабря 20 25 г.

Заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета ПИИИУ
кандидат исторических наук, доцент



В.И. Макаревич