

ОТЗЫВ

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

Диссертационная работа Селиванова К.С. посвящена решению одной из актуальных проблем прикладного материаловедения – разработке новых износостойких покрытий с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния состава их материалов, архитектуры и технологии нанесения на функциональные свойства титановых сплавов. Тема диссертации соответствует основным направлениям развития топливно-энергетического комплекса России, сформулированным в рамках государственных научно-технических программ. Полученные результаты направлены на создание новых перспективных покрытий и технологий повышения долговечности лопаток турбин, определяющих надежность энергетического оборудования и, как следствие, конкурентоспособность отечественного энергомашиностроения, что весьма актуально в настоящее время, когда импортонезависимость определяет развитие энергетики.

В работе на основе проведенных теоретических исследований, выдвинутых гипотез и предложенных критериев износостойкости разработаны новые научно обоснованные схемы и конструкции многослойных покрытий на титановые сплавы (на примере сплава ВТ6), обеспечивающие многократное (от 2,8 до 12,3 раз) повышение их износостойкости при газоабразивном изнашивании, каплеударной эрозии и фреттинг-коррозии. Показано, что нанесением многослойных нитрид-титановых покрытий на рабочие лопатки из титанового сплава ВТ6 может быть достигнуто увеличение предела выносливости от 4,9 до 11,6% и долговечности более чем в два раза, что подтверждается результатами опытно-промышленной эксплуатации в составе полноразмерных газотурбинных установок и паровых турбин.

Практическая значимость работы не вызывает сомнения и подкреплена внедрением разработанных технологических решений на ведущих предприятиях нефтегазового и энергетического машиностроения, в том числе на предприятиях ПАО «Газпром» и АО «Силовые машины». Результаты испытаний, проведенных на опытных партиях рабочих лопаток в реальных условиях эксплуатации, демонстрируют увеличение их долговечности и повышение эксплуатационных характеристик, что обуславливает достоверность полученных в работе теоретических и экспериментальных результатов.

Оформление автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011, изложенные научные положения, результаты и выводы четко сформулированы и логично структурированы. Диссертация подкреплена достаточным количеством публикаций в ведущих рецензируемых журналах, а также наличием двух монографий и двадцати патентов на изобретение, что свидетельствует о высоком научно-практическом уровне проработки темы.

Вопросы, замечания и рекомендации к работе:

1. Из текста автореферата не ясно проводились ли испытания покрытий на износостойкость при различных эксплуатационных условиях или они были ограничены только лабораторными испытаниями.

2. Необходимо разъяснить, насколько универсальны предлагаемые защитные покрытия для различных видов лопаток турбомашин (например, пригодны ли они одинаково эффективно для лопаток компрессора и паровых турбин). Или же покрытия разрабатывались индивидуально под конкретные условия эксплуатации каждого типа турбоагрегатов?

3. На стр. 39 автореферата сказано: «Установлено повышение стойкости многослойных ионно-плазменных покрытий на основе нитридов титана к фреттинг-коррозии до 8.1 раза за счёт присутствия в них слоёв α -Ti толщиной не менее 0,5 мкм, который в процессе фреттинга попадает в зону трения, окисляется и выступает в качестве твёрдой смазки, уменьшая скорость фреттинг износа». Из рассуждений и приведённых в автореферате данных не понятно почему окисленный титан, имеющий высокую твердость и хрупкость, выступает в качестве твёрдой смазки?

4. В автореферате (стр. 41) указано, что разработанные покрытия были реализованы на специальном технологическом оборудовании, объединяющем в одном вакуумном объеме несколько техпроцессов. Несмотря на очевидные преимущества данного подхода, возникает закономерный вопрос о рентабельности и доступности подобного сложного и, скорее всего, дорогостоящего оборудования. Какова потенциальная стоимость установки и ее обслуживания? Насколько легко масштабируется процесс упрочнения лопаток, могут ли разработанные автором технологии внедряться в серийное производство лопаток?

Высказанные замечания носят рекомендательный и дискуссионный характер и не снижают общий высокий уровень работы, её ценность и значимость.

С учетом изложенного, считаю, что диссертация является значительным научным вкладом в область материаловедения функциональных покрытий. Автором решены важнейшие задачи, имеющие как теоретическое, так и практическое значение, разработаны новые научно обоснованные подходы и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие отечественного энергетического машиностроения.

Считаю, что диссертационная работа Селиванова К.С. «Многослойные ионно-плазменные покрытия для повышения износостойкости и долговечности лопаток турбомашин из титановых сплавов» по своему научному уровню, актуальности и практической значимости соответствует действующим требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, изложенным в 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 с внесенными изменениями), а ее автор Селиванов Константин Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Главный научный сотрудник лаборатории плазменной эмиссионной электроники Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН), доктор технических наук по специальности 05.27.02 – вакуумная и плазменная электроника, профессор по кафедре физики плазмы.

24.12.2025 г.



Коваль Николай Николаевич

Адрес: Россия, 634055, г. Томск, проспект Академический, 2/3,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСЭ СО РАН).

Телефон: +7(3822) 49-15-44. Адрес электронной почты: nn.koval@hcei.ru

Я, Коваль Николай Николаевич, даю согласие на обработку моих
персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением
аттестационного дела Селиванова Константина Сергеевича.



Коваль Николай Николаевич

Подпись Ковалья Н.Н. удостоверяю:

Заместитель директора по научной работе
ИСЭ СО РАН, к.ф.-м.н.



Батраков Александр Владимирович

