

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Николаева Ильи Алексеевича

«Повышение фреттингостойкости элементов двигателей летательных аппаратов и энергетических установок с использованием твердых смазочных покрытий»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Представленная к защите диссертационная работа посвящена решению одной из наиболее актуальных задач современного машиностроения – повышению надежности и долговечности двигателей летательных аппаратов и энергетических установок. Одним из часто встречающихся на практике и наиболее опасным видом эксплуатационного разрушения деталей двигателей является фреттинг. Фреттинг-износу подвержены практически все условно неподвижные сопряжения деталей машин, работающие в условиях вибраций: поверхности хвостовиков лопаток и пазов дисков, контактные поверхности антивибрационных и бандажных полок, снабберы, посадочные поверхности подшипников и т.д. В зависимости от условий контактирования деталей разрушение от фреттинга сочетает в себе результат действия сразу нескольких процессов: коррозии, усталости, адгезионного взаимодействия, абразивного износа, что в комплексе приводит к появлению локальных дефектов поверхности, зарождению микротрещин и, как следствие, ускоренному разрушению деталей.

В представленной работе проводится исследование фреттинг-износа, нацеленное на разработку технологических способов защиты деталей машин нанесением на контактные поверхности твердых смазок с целью повышения долговечности и эксплуатационной надежности. Представленные результаты являются актуальными и важными как с научной, так и с практической точки зрения. В автореферате четко указан объект и предмет исследования. Результаты, выносимые на защиту, являются новыми, научные выводы аргументированы.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованными методиками исследования, а также применением испытательной машины трения, имитирующей условия контактирования пар трения реальных деталей. Представленная соискателем математическая модель изнашивания и выдвинутые предположения о ведущих процессах при фреттинг-износе подтверждены в ходе экспериментальной проверки в лабораторных условиях и на полноразмерных деталях.

Анализ экспериментально полученных петель гистерезиса в процессе трения позволил определить изменение ведущего процесса износа контактных поверхностей с увеличением амплитуды скольжения – смену фреттинг-усталости на фреттинг-износ.

Полученные и вынесенные на защиту зависимости изменения коэффициента трения и величины объемного износа от химического состава исследуемых покрытий являются новыми.

Отдельный научный интерес представляют новые закономерности изменения процессов внешнего трения в зависимости от амплитуды взаимного смещения и приложенной нормальной нагрузки, объясняемые соискателем с помощью предлагаемого им энергетического подхода и построенных карт фреттинга.

Представленные в автореферате результаты диссертационного исследования являются новыми и опубликованы в семи печатных работах, в т.ч. получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ для определения трибологических характеристик пар трения автоматизированного испытательного стенда «Машина трения 1401».

Положения, выносимые на защиту, являются достаточными, обоснованными и доказанными. По полученным результатам сделаны основные выводы, соответствующие профилю специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Практическая значимость результатов заключается в исследовании целого ряда защитных покрытий: TiN-Pb, (Cr,Al,Si)N/DLC, Al₂O₃, NiAl+CuNiIn+Ni[Co], с обоснованным выбором их химического состава и способа нанесения при обработке деталей различных предприятий: ПАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева, ОКБ им. А.Люльки (филиал ПАО «ОДК-УМПО»), АО ГНЦ «Центр Келдыша» и др.

В качестве замечания следует указать на то, что из текста автореферата не понятны требования к выбору покрытий для повышения фреттинг-стойкости обработанных деталей. Возможно,

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«09» 11 2022

должны быть сформулированы какие-то формальные критерии выбора материалов, толщин покрытий и методов их контроля, как это изложено в публикациях соискателя применительно к твердым смазочным покрытиям систем TiN и TiN-Pb.

Сделанное замечание носит рекомендательный характер, не ставит под сомнение достоверность полученных результатов и не снижает уровень научной и практической значимости представленной работы.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа «Повышение фреттингостойкости элементов двигателей летательных аппаратов и энергетических установок с использованием твердых смазочных покрытий» по своей актуальности, практической ценности, научной новизне, достоверности и объёму выполненных исследований соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а соискатель Николаев Илья Алексеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Профессор кафедры «Технология машиностроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»

(450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12., тел. + 7 (987) 254-38-29, info@ugatu.su, <https://ugatu.su>)

д.т.н. (05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов), профессор

Смыслов Анатолий Михайлович

Доцент кафедры «Технология машиностроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»

(450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12., тел. + 7 (987) 254-38-29, info@ugatu.su, <https://ugatu.su>)

к.т.н. (05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов)

Селиванов Константин Сергеевич



Подпись *Смыслов А.М., Селиванов К.С.*
Удостоверяю « 26 » 10 20 22 г.
Заместитель начальника отдела документационного обеспечения архива *Губай (Рубаков) М.*