

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«КЛИМОВ» (ОАО «КЛИМОВ»)

02.12.14 № 430/464/2864

На № 10-205,11 от 13.10.2014

отзыв на автореферат диссертации

Ученому секретарю диссертационного  
совета Д 212.125.08 на базе Московского  
авиационного института (национального  
исследовательского университета) МАИ  
Зуеву Ю.В.

Волоколамское шоссе, д.4, ГСП-3, А-80,  
г.Москва, 125993

**Уважаемый Юрий Владимирович!**

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Ляховецкого Максима Александровича «Исследование износо - и фреттингостойкости оксидов алюминия и циркония, сформированных методом микродугового оксидирования для защиты элементов двигателей и энергоустановок» по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Приложение: Отзыв ОАО «Климов» в 2-х экз. на 3 л. каждый

С уважением,

Генеральный конструктор

А.В. Григорьев

Исполнитель:

Живушкин А.А., тел (812) 454 71 17, (911) 121-3284

Россия, 194100, Санкт-Петербург, Кантемировская ул., д.11, тел.: +7(812) 301-9050, факс:+7(812) 301-9042  
ОКПО 07543614 ОГРН 1069847546383 ИНН 7802375335 КПП 997850001  
klimov@klimov.ru www.klimov.ru

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой  
степени кандидата технических наук  
Ляховецкого Максима Александровича

«Исследование износо - и фреттингостойкости оксидов алюминия и циркония, сформированных методом микродугового оксидирования для защиты двигателей и энергоустановок»

Целью работы Ляховецкого Максима Александровича являлось выявление закономерностей влияния технологических процессов на качество получаемых методом микродугового оксидирования (МДО) покрытий на деталях из алюминиевых и циркониевых сплавов для двигателей и энергоустановок.

Данная работа является интересным и последовательным изысканием в области трудов, начатых Институтом неорганической химии СО РАН под руководством Г.А.Маркова, поэтому ее актуальность не вызывает сомнений, особенно если еще дополнительно учесть и тот факт, что вопросам фреттинг-износа покрытий, получаемых методом МДО, к настоящему времени уделено слишком мало внимания.

Для достижения поставленной цели автором были решены следующие задачи:

- разработаны математические модели формирования покрытий на алюминиевых и циркониевых сплавах, устанавливающих взаимосвязь режимных параметров и составов электролитов процесса МДО с оптимальными характеристиками и свойствами получаемых покрытий для заданных условий эксплуатации;

- проведен анализ современного состояния вопроса о механизмах и физических моделях процессов механического изнашивания и фреттинг-изнашивания;

- создано оборудование и методики определения износа и фреттинг-износа МДО покрытий, коэффициентов трения и амплитуд взаимного перемещения для различных режимов механического изнашивания от частичного проскальзывания до возвратно-поступательного движения в заданных условиях работы контактов трения;

- разработаны методики и построены карты износа и фреттинг-износа МДО покрытий с определением типов исследуемых контактных взаимодействий;

- разработаны опытные технологические процессы и рекомендации по их применению для повышения надежности и ресурса элементов ДЛА и ЭУ.

Диссертационная работа Ляховецкого М.А., безусловно, содержит как научную, так и практическую новизну.

В научном плане - для МДО покрытий определены критерии перехода между режимами частичного проскальзывания и полного скольжения для условий фреттинг-износа и дана оценка возможного разрушения при фреттинг-износе и износе для различных условий нагружения.

В практическом плане разработаны и внедрены опытные технологические процессы МДО для различных деталей и рекомендации на предприятиях (ОАО «ММП им.В.В.Чернышева», НТЦ «ОКБ им.А.Люлька», НТЦ «Силовые агрегаты» МГМУ МАМИ, НПЦ «Триботехника», ОАО «Красная Звезда», ИПЯТ НИЯУ МИФИ, НИУ МАИ), выпущена необходимая НТД.

При непосредственном личном участии Ляховецкого М.А спроектирована и собрана экспериментальная установка по исследованию изнашивания и фреттинг - изнашивания и выполнена экспериментальная часть диссертационной работы.

Важным является вывод, сделанный по построенным картам износа МДО покрытия, о существовании критической энергии в контакте, при которой происходит переход к экстремальному разрушению покрытия.

Другим важным выводом исследований явилось введение и определение (для выбранных МДО покрытий) энергетического коэффициента износа, благодаря которому, в совокупности с данными анализа по гистерезису петель износа, в конечном итоге можно рассчитать ресурс покрытия.

Недостатки работы:

1. В автореферате диссертации не отражен фрактографический анализ изломов разрушения МДО покрытий, по которому можно судить о характере циклического нагружения при фреттинг-износе и износе, а металлографический анализ ограничивается единственной (рис.8) фотографией поперечного шлифа покрытия.

2. В автореферате упоминается о хорошей коррозионной стойкости тонких (менее 10 мкм) покрытий и их низком сопротивлении износу. Не ясно, для каких сплавов и какой должна быть оптимальная толщина МДО покрытий в реальных условиях эксплуатации.

3. Вызывают сомнения методы коррозионных испытаний, выбранные автором – стандартный для алюминиевых сплавов экспресс-метод по визуальному наблюдению за изменением цвета капли при воздействии на покрытие раствора  $\text{HCl} + \text{K}_2\text{CrO}_4$  и метод автоклавных испытаний в ИПЯТ НИЯУ МИФИ для циркониевых сплавов с МДО покрытиями. Не ясно, насколько результаты испытаний выбранными автором методами соотносятся с результатами испытаний при использовании рекомендуемых отраслевых методик (ИМАШ РАН, ВИАМ, ЦИАМ, НИАТ и др.)


Указанные недостатки, тем не менее, не влияют на основные выводы диссертационной работы. В целом работа выполнена на высоком научно-техническом уровне с привлечением современных достоверных (верифицированных) методов исследования.


Основное содержание работы изложено в 8 публикациях в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы, включающего 192 источника; изложена на 179 страницах машинописного текста и содержит 118 рисунков.

Содержание работы и результаты докладывались на различных самых представительных конференциях и семинарах, в том числе международных.

Считаем, что Ляховецкий М.А заслуживает присуждения ему научной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электродвигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Генеральный конструктор ОАО «Климов»  А.В.Григорьев

Технический директор ОАО «Климов»  А.А.Захаров

Главный металлург ОАО «Климов»  Е.В.Скворцов

Отзыв составил:

ведущий специалист

службы главного металлурга ОАО «Климов» 

А.А.Живушкин

Контактный телефон: +7 (812) 454 7117

+7 (911) 121 3284