

02.12.2014 № 6.01-31/6349

на № _____ от _____

125993, Россия, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе д.4
Национальный исследовательский
университет МАИ
Диссертационный совет Д212.125.08
Ученому секретарю
Ю.В. Зуеву

ОТЗЫВ

на диссертационную работу **Ляховецкого Максима Александровича** «Исследование износо- и фреттингостойкости оксидов алюминия и циркония, сформированных методом микродугового оксидирования для защиты элементов двигателей и энергоустановок», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Актуальность диссертации:

В большинстве случаев надежность работы и долговечность деталей в большой мере зависят от свойств и параметров тонкого поверхностного слоя материала. Таким образом, формирование защитных композитных керамикоподобных покрытий методом микродугового оксидирования (МДО) на деталях из сплавов алюминия и циркония является эффективной технологией повышения эксплуатационных свойств изделий, среди которых, как известно, в области ракетно- и двигателестроения доминирующее значение имеют износо- и фреттингостойкость.

Исследование возможностей повышения этих характеристик в настоящее время является актуальной задачей при производстве деталей из сплавов металлов вентильной группы (алюминий, титан, цирконий и др.)

Научная новизна и новые результаты:

Автор показал, что научная новизна результатов диссертационной работы заключается в следующем:

1. Определены новые эффективные составы электролитов для МДО и получены регрессионные зависимости исследуемых параметров (в том числе, износо- и фреттингостойкости поверхностей) от параметров режима МДО;
2. Получены физические модели процессов изнашивания и фреттинг-изнашивания металлов и керамикоподобных МДО-покрытий;
3. Получены результирующие карты износа и фреттинг-износа МДО-покрытий для требуемых условий эксплуатации;
4. Определены критерии перехода процесса фреттинг-износа от частичного проскальзывания пары трения до полного скольжения;

5. Установлены взаимосвязи между разрушением МДО-покрытий и условиями работы (нагрузки);

6. Доказана возможность формирования на циркониевых сплавах МДО-покрытий, повышающих коррозионную и износостойкость деталей двигателей летательных аппаратов (ДЛА) и энергетических установок (ЭУ). **Достоверность полученных результатов** подтверждается:

1. Хорошей повторяемостью результатов измерений;

2. Использованием современных лабораторной базы и методик измерения (современные приборы и оборудование российского и зарубежного производства, располагаемые в различных научно-исследовательских и учебных учреждениях, а также на предприятиях);

3. Применением для упрочнения методом МДО традиционного комплекса оборудования обработки концентрированными потоками энергии (КПЭ) и управление процессом упрочнения с помощью персонального компьютера в трех режимах – ручном, диалоговом и автоматическом;

4. Практической реализацией технологических процессов на предприятиях, в том числе «ОАО ММП им. В.В. Чернышева», «УМПО ОКБ им.А. Люльки», НТЦ «Силовые машины» Университета машиностроения и др.

Практическая ценность работы определяется полученными регрессионными зависимостями эксплуатационных характеристик (износо- и фреттингостойкость) от параметров режима упрочнения деталей методом МДО, картами износа и фреттинг-износа упрочненных поверхностей ДЛА и ЭУ, разработанными технологическими процессами создания керамикоподобных покрытий на деталях и компонентах узлов: «Стакан подшипника», «Свободнопоршневой механизм энергоустановок и комбинированных установок на основе двигателя Стерлинга», «Подшипник скольжения узла разворота элементов холодильника излучателя космической энергетической установки».

Также автором выполнены исследования, доказывающие эффективность упрочнения методом МДО деталей из алюминиевых и циркониевых сплавов, работающих в парах трения по схемам «шар-плоскость» и «цилиндр-цилиндр». Исследования выполнялись в рамках научно-исследовательских работ «Института промышленных ядерных технологий» НИЯУ МИФИ и включены в отчеты работ, проводимых в рамках ФЦП «Национальная технологическая база» в 2010, 2011 г.г., Государственного контракта Госкорпорации «Росатом» в 2012, 2013 г.г.

Содержание диссертации разбито на пять глав.

В первой главе рассмотрены технологические возможности методов повышения износо- и фреттингостойкости элементов ДЛА и ЭУ из алюминиевых и циркониевых сплавов, проведены анализ и оценка их применения.

Вторая глава посвящена анализу и моделированию процессов изнашивания при различных видах трения.

В третьей главе рассмотрены методические вопросы формирования покрытий методом МДО и исследования их физико-химических и

эксплуатационных свойств (толщина, объем изношенного материала, напряжение электрического пробоя, твердость, микротвердость, коррозионная стойкость и другие)

В четвертой главе приведены результаты оптимизации МДО алюминиевых сплавов Д16, АК4-1, циркониевого сплава Э110.

В пятой главе приводятся результаты разработки и реализации опытных технологических процессов.

Замечания и пожелания:

– В автореферате не представлены графические или схематические изображения сущности метода МДО, которых позволили бы более полно понять и оценить процессы, происходящие на атомарном и молекулярном уровнях при формировании керамикоподобных износостойких МДО-покрытий;

– Известно, что наряду с алюминиевыми и циркониевыми сплавами в двигателе - и энергомашиностроении широко используются также титановые сплавы; автор не рассматривает в своей работе возможность их упрочнения методом МДО;

– Недостаточно четко указывается, в каких конкретно парах трения ДЛА и ЭУ могут быть использованы результаты исследований износа по схемам «шар-плоскость», «цилиндр-цилиндр».

Заключение: Представленные замечания, очевидно, вызваны ограниченностью объема автореферата, не снижают общий высокий научно-технический уровень представленной работы. В целом она соответствует предъявляемым требованиям, а Ляховецкий Максим Александрович заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Заведующий кафедрой «Технология машиностроения» Университета машиностроения, к.т.н., профессор

Шандров Борис
Васильевич

Подпись Шандрова Б.В. удостоверяю:

Учёный секретарь,
совета, д.т.н., профессор



Колтунов Игорь
Ильич