

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Жаркова Станислава Юрьевича "Повышение износостойкости меди при трении в атмосфере инертного газа методами имплантации и нанесения покрытий", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Работа посвящена актуальному направлению научных исследований, связанного с задачами повышения надежности и долговечности изделий, снижения себестоимости их эксплуатации и увеличения ресурса работы. Целью диссертационной работы Жаркова С.Ю. является исследование закономерностей влияния ионно-пучковой модификации поверхности и магнетронного нанесения электропроводящих покрытий на процесс изнашивания медных пар трения в атмосфере инертного газа.

Как следует из автореферата диссертации, в работе получен ряд содержательных результатов: исследованы триботехнические свойства и установлены факторы, способствующие увеличению износостойкости меди, имплантированной ионами азота и работающей в паре трения с контртелом из того же материала в атмосфере аргона; разработан метод нанесения твердосмазочных электропроводящих покрытий системы Cu-Mo-S методом импульсного магнетронного распыления композиционных мишеней оригинальной конструкции; впервые выявлены закономерности ионно-магнетронного формирования покрытий на основе системы Cu-Mo-S и изучено структурно-фазовое состояние этих покрытий; установлены закономерности изнашивания проводящих покрытий на основе системы Cu-Mo-S на меди при работе в атмосфере аргона при «сухом» скольжении и в условии приложения электрического тока.

Полученные Жарковым С.Ю. результаты по поверхностной обработке пучками ионов азота показали повышение износостойкости меди в условиях изнашивания в атмосфере аргона в паре с медным контртелом до 4,5 раз при оптимальном значении флюенса ионов 9×10^{17} ион/см², что обусловлено повышением плотности дислокаций и дисперсного упрочнения наночастицами CuN₃. Показано, что сформированное импульсным магнетронным распылением покрытие на основе системы Cu-Mo-S имеет двухуровневую структуру: на микрокристаллическом уровне покрытие состоит из глобул со средним поперечным размером ≈ 2 мкм и волокон со средним поперечным размером ≈ 3 мкм; на нанокристаллическом уровне покрытие включает медные квазикубоиды со средним поперечным размером ≈ 60 нм и нанокристаллиты Cu₂Mo₆S₈ со средним размером ≈ 9 нм. Получены экспериментальные доказательства повышения износостойкости медной пары трения в атмосфере аргона с нанесенным покрытием на основе системы Cu-Mo-S на одну из контактирующих поверхностей, что вызывает смену механизма изнашивания с адгезионного на усталостное за счет создания граничных слоев твердой смазки.

Установленные в работе Жарковым С.Ю. закономерности формирования твердосмазочных покрытий на основе системы Cu-Mo-S и их триботехнические и электрические свойства будут полезны для рекомендаций таких покрытий к использованию в качестве твердых смазок в токосъемниках, коммутационных узлах, электрических контактах приводов ориентации солнечных батарей, реле и переключателей, шарнирах, клапанах и других ответственных электротрибосопряжениях в элементах космических аппаратов, работающих в условиях открытого космического пространства. Материалы диссертации могут быть использованы в учебных курсах и спецкурсах на технических факультетах высших учебных заведений.

Результаты работы хорошо представлены в публикациях и представлены на научных конференциях всероссийского и международного уровней.

Диссертация выполнена на современном научном уровне и является законченной научно-исследовательской работой.

Вместе с тем следует указать на некоторые аспекты, которые могут послужить также пожеланиями для перспективных исследований автора. В частности, смена механизмов изнашивания с адгезионного на усталостное может быть связано с появлением «критических» дислокационных структур в приповерхностном слое.

Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационное исследование, является самостоятельным, логическим, обоснованным и завершённым исследованием.

В целом, работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Жарков Станислав Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Заведующий лабораторией «Физических основ прочности»
"Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук" - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ("ИМСС УрО РАН"), доктор физико-математических наук 01.04.07, профессор

Олег Борисович Наймарк
10.04.2019

Ведущий инженер лабораторией «Физических основ прочности»
"Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук" - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ("ИМСС УрО РАН")

Владимир Александрович Оборин
10.04.2019

"Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук" - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ("ИМСС УрО РАН") 614013, Россия г. Пермь, Академика Королева, 1
Телефон: +7(342)2378312,
Электронная почта: naimark@icmm.ru

Я, Наймарк Олег Борисович и Оборин Владимир Александрович, даем согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Наймарка О.Б.
завфисс

Спец. по кадрам
Ушакова Л.А.



Подпись Оборина В.
завфисс
Спец. по кадрам
Ушакова Л.А.

