

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 003.038.01 на базе
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
«Институт физики прочности и
материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук» (ИФПМ СО РАН),
доктору технических наук,
профессору Сизовой О.В.
634055, РФ, г. Томск, пр. Академический 2/4,
ИФПМ СО РАН

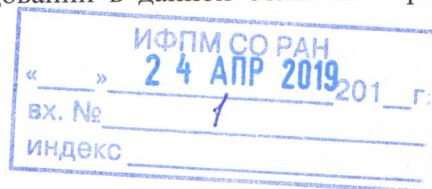
О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Жаркова Станислава Юрьевича «Повышение износостойкости меди при трении в атмосфере инертного газа методами ионной имплантации и нанесения покрытия», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Диссертационная работа Жаркова С.Ю. посвящена решению интересной как с научной, так и с практической точек зрения задачи – повышению надежности и срока службы токосъемника контактного устройства космического спутника дистанционного зондирования Земли.

Учитывая специфические условия работы узла в космическом пространстве (бескислородная среда, сверхнизкие температуры, адгезионные схватывания поверхностей и пр.) и жесткие требования к изделию по износостойкости, электропроводности и сроку эксплуатации, задача повышения износостойкости контактирующих поверхностей токосъемника имеет явное прикладное значение для аэрокосмической отрасли и является актуальной. Работа отличается наличием выраженной практической значимости и, наиболее вероятно, результаты будут использоваться на практике при проектировании перспективных космических аппаратов.

Несомненна научная новизна работы, так как закономерности изменения структурно-фазового состояния и свойств медных сплавов при ионно-пучковом модифицировании изучены недостаточно подробно и в научно-периодической литературе сравнительно слабо представлены результаты исследований в данной области. Кроме



того, научной новизной и значимостью обладают выявленные закономерности и механизмы изнашивания поверхности меди, модифицированной электропроводящим покрытием на основе системы Cu-Mo-S.

Значительный интерес представляют выявленные зависимости структуры, элементного и фазового состава, а также напряженного состояния модифицированной при ионно-пучковой обработке поверхности меди. В работе выявлен экстремум (максимум) износостойкости и микротвердости поверхности меди в зависимости от флюенса ионов. Кроме того, выявлены два механизма, обуславливающие этот экстремум: первый механизм заключается в измельчении зерна и росте внутренних напряжений второго рода в модифицированном слое с образованием твердого раствора внедрения (механизм улучшения свойств). Вторым механизмом заключаются в увеличении пористости и разрыхлении получаемого модифицированного слоя при повышении флюенса ионов выше $9 \cdot 10^{17}$ ион/см², что нивелируют эффект измельчения структуры и упрочнения модифицированного слоя (механизм ухудшения свойств).

Также ценностью представляют результаты изучения состава и структурно-фазового состояния, а также процесса изнашивания покрытия системы Cu-Mo-S как возможного способа решения поставленной в работе задачи. В работе показано, что подобное покрытие меняет адгезионный механизм изнашивания на усталостный и до некоторых пор препятствует возникновению адгезионного механизма изнашивания пары трения, что положительно влияет на срок службы изделия. Также в диссертационной работе соискателем выявлено, что приложение электрического тока к паре трения практически не меняет кривую изнашивания образца с покрытием на основе системы Cu-Mo-S, что представляет практический интерес для имитации работы пары трения в будущих реальных эксплуатационных условиях.

Можно заключить, что в рамках диссертации Жарковым С.Ю. выполнен большой объем работы с применением современных методов исследований и передового научно-исследовательского оборудования – электронной сканирующей (растровой) микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, наноиндентирования и других. Использование современной научно-технической базы и многократных повторений позволяет говорить о высокой надежности и достоверности полученных результатов.

Достоинством диссертационной работы Жаркова С.Ю. является хорошая апробация полученных результатов (результаты работы доложены более, чем на 10 конференциях). По теме диссертации опубликовано 22 научных работы, из которых 2 – в

журналах, рекомендованных ВАК, а 5 – в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, что также характеризует работу с положительной стороны.

Тем не менее, следует отметить некоторые недостатки, а, именно:

- 1) В работе определение износостойкости выполнено в атмосфере инертного газа (аргона) и при комнатной температуре, что несколько снижает практическую ценность результатов. Учитывая специфику решаемой задачи, на наш взгляд, для приближения к реальным условиям будущей эксплуатации изделия испытания следовало бы проводить в условиях вакуума и при низких температурах.
- 2) Для полученных вариантов модифицирования поверхности меди в автореферате отсутствуют данные о граничных значениях напряженности работы пары трения ($p \cdot V$, (кгс·м)/(см²·с)) и их сравнение с исходным (немодифицированным) вариантом.
- 3) Полученные характеристики износостойкости поверхностей, модифицированных ионно-пучковой обработкой и нанесением покрытий системы Cu-Mo-S, представлены в различных размерностях, что затрудняет их прямое сравнение и возможность сделать вывод о наилучшем способе модифицирования. Хотя результаты кратного увеличения износостойкости пары трения представлены в выводах.

Указанные замечания и пожелания, тем не менее, не снижают общей научной ценности и практической значимости диссертационной работы, не умаляют её достоинств. Диссертационная работа Жаркова С.Ю. выполнена на современном научном уровне и демонстрирует высокий научный потенциал диссертанта.

Считаем, что диссертационная работа «Повышение износостойкости меди при трении в атмосфере инертного газа методами ионной имплантации и нанесения покрытия», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», является законченным научным исследованием и заслуживает положительной оценки, отвечает требованиям п.п. 9 – 14 Положения о присуждении учёных степеней в редакции Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018), а автор работы, Жарков Станислав Юрьевич, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Также настоящим сообщаем о своем согласии на обработку персональных данных, их включение в аттестационные документы соискателя ученой степени и дальнейшую обработку.

Доктор физико-математических наук,
профессор, ректор ТГУ

Криштал Михаил Михайлович

445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14
+7 (8482) 54-64-24, 53-94-44, 53-95-22;
e-mail: krishtal@tltsu.ru

Кандидат технических наук, старший
научный сотрудник НИО-4 НИИПТ ТГУ

Полунин Антон Викторович

445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14
+7 (8482) 54-64-58, +7-9277-86-35-65;
e-mail: anpol86@gmail.com

Дата

18.04.2019

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет»

445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14;

Email: office@tltsu.ru;

Телефоны: +7 (8482) 54-64-24,

+7 (8482) 53-94-44; Факс +7 (8482) 53-95-22

Подписи М.М. Криштала и А.В. Полунина

ЗАВЕРЯЮ:

*Менеджер по персоналу
В.В. Кошляева*

