# ОТЗЫВ

заведующего лабораторией физики упрочнения поверхности на диссертационную работу Семенчук Натальи Валерьевны «Структура и свойства многокомпонентных ионно-плазменных покрытий, нанесенных на поверхность медно-бериллиевого сплава вакуумно-дуговым методом», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки)

Семенчук Н.В. (до брака Терюкалова), 1997 года рождения, в 2020 году с отличием окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов. С 1 октября 2020 года по 30 сентября 2024 года обучалась в очной аспирантуре Института физики прочности и материаловедения СО РАН по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов по специальности 05.16.09 Материаловедение (машиностроение).

Диссертационная работа Семенчук Н.В. посвящена получению твердых ионно-плазменных покрытий на поверхности бериллиевой бронзы, исследованию их структуры и трибологических свойств, в том числе в условиях пропускания электрического тока большой плотности.

В работе установлено, что в результате плазменно-ассистированного осаждения нитрида титана, титана и меди на бериллиевую бронзу, формируются покрытия, которые состоят из меди, титана и соединений CuTi, $CuTi_2$ и TiN. При осаждении многослойных CrN/TiN покрытий формируется слоистое покрытие с четкими границами между слоями. Структура слоев нитрида хрома и нитрида титана представляет собой однофазную ГЦК-структуру типа NaCl (B1). Скретч-тест показал, что многослойные покрытия обладают хорошей адгезией к подложке из бериллиевой бронзы, не разрушаются и не отслаиваются даже при пластической деформации подложки на глубину, превышающую толщину покрытия. Установлено, что все покрытия имеют комбинированный механизм износа, который включает в себя адгезионный и окислительно-механический.

Показано, что воздействие электрического тока приводит к снижению износостойкости бронзы без покрытия и с покрытиями CrN(Cu-Ti) и TiN(Cu-Ti), что обусловлено дополнительным уменьшением прочностных свойств сплава в результате нагрева и электрической эрозии. В результате сравнения контактной электропроводности бериллиевой бронзы без покрытия и с покрытиями было показано, что контактная электропроводность наиболее высокая при трении образца из бронзы, тогда как наличие покрытия снижает электропроводность. Тем не менее исследования показали, что контактная электропроводность покрытия «TiN» при высокой плотности тока вполне удовлетворительна, что открывает перспективы для использования его с целью повышения износостойкости скользящих электрических контактов.

Полученные данные позволят расширить представлений о характере изнашивания твердых покрытий на пластичной подложке. Теоретически значимым в настоящем исследовании является использование идеи неоднородности

структуры покрытий, получаемых путем создания разных по фазовому составу слоев с целью погашения упругих возбуждений, возникающих в процессе трения. Практической значимость работы заключается в выдаче рекомендаций по режимам модифицирования поверхности бериллиевой бронзы, которые обеспечат получение оптимальной толщины и состава покрытий для работы в условиях трения при разных параметрах внешних воздействий.

Выполнение данной работы потребовало от автора диссертации освоения современных экспериментальных методов. Семенчук Н.В. постоянно работала с периодической научной литературой, хорошо разобралась с проблемой трения твердых тел и покрытий, что позволило ей написать подробный научный обзор по теме диссертации, в котором выполнен профессиональный анализ современного состояния исследуемой в диссертации проблемы. Несомненным достоинством диссертантки является ее стремление сопоставлять свои результаты с результатами, полученными в других коллективах. К положительным качествам Семенчук Н.В. следует отнести ее способность самостоятельно анализировать результаты и представлять их в докладах разного уровня. В настоящее время Семенчук Н.В. является высококвалифицированным специалистом, способным не только решать, но и самостоятельно ставить задачи новых оригинальных научных исследований.

Основные результаты диссертации опубликованы в 5 работах, из них 2 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий из списка ВАК, 3 статей в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН проект FWRW-2021-0006, а также в рамках соглашения о предоставлении из федерального бюджета гранта на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Минобрнауки России № 075-15-2024-552.

Диссертационная работа представляет собой самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, которая по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования и научной новизне соответствует п.5 и п.11 паспорта научной специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки). Автор диссертационной работы Семенчук Наталья Валерьевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

Зав. лабораторией ФУП ИФПМ СО РАН — Филиппов
Кандидат технических наук — Андрей Владимирович

Подпись заведующего лабораторией ФУП
Филиппова А.В. заверяю
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН — Матолыгина
Кандидат физико-математических наук — Наталья Юрьевна

01.11.2024