ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/279

ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТВЕРДОСМАЗОЧНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ $\text{Cu}_2\text{Mo}_6\text{S}_8$ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МЕДНЫХ ПАР ТРЕНИЯ

¹Сергеев В.П., ¹Калашников М.П., ¹Сунгатулин А.Р., ¹Сергеев О.В., ²Жарков С.Ю.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²АО «Научно-производственный центр «Полюс», Томск

В современном машиностроении существует большое разнообразие фрикционных деталей из цветных металлов. Особенностью скольжения цветных металлов является их высокая склонность к адгезионному износу, то есть к адгезии и переносу металла при скольжении [1]. Эта проблема наиболее актуальна для скольжения компонентов, которые работают в вакууме или в условиях инертной атмосферы. Для уменьшения адгезионного взаимодействия между контактирующими поверхностями во время скольжения используются различные смазочные материалы. Для смазывания агрегатов, работающих в тяжелых условиях эксплуатации (таких как высокий вакуум, высокая скорость скольжения, высокие нагрузки и очень низкие или высокие температуры), где жидкие смазочные материалы не могут обеспечить требуемую производительность или долговечность, используются твердые смазочные материалы [2]. К настоящему времени разработано и изучено большое количество покрытий на основе твердосмазочных материалов [3], но имеется весьма ограниченное число сообщений о твердых смазочных материалах с высокой электропроводностью, за исключением графита и систем на его основе [4, 5]. Однако для эффективной смазки такие системы требуют влажной окружающей среды [6], что невозможно реализовать в условиях работы таких компонентов, как токосъемники в спутниках дистанционного зондирования Земли, работающих в вакууме.

В работе изучается влияние электропроводящего твердосмазочного покрытия на основе фазы Шевреля типа $\text{Cu}_2\text{Mo}_6\text{S}_8$, полученного импульсным магнетронным распылением композиционной мишени, на износ медной пары трения [7, 8] при проведении трибологических испытаний на трибомашине в атмосфере аргона при давлении 1×10^5 Па и вакуума при давлении остаточных газов, не превышающих 5×10^{-3} Па. Исследована кинетика износа медной пары трения без покрытия и с покрытием (рис.1) в разных условиях изнашивания. Получены экспериментальные данные о влиянии толщины покрытия и вида окружающей атмосферы на характер износа и величину износостойкости.

Рис. 1. Кинетические кривые удельного износа контртела медной пары трения в атмосфере аргона: а – при скольжении контртела по образцу без покрытия, б – при скольжении контртела по образцу с покрытием

Секция 7. Тонкие пленки и многослойные покрытия как иерархически организованные структуры

Электропроводящие магнетронные покрытия на основе фазы Шевреля типа $\text{Cu}_2\text{Mo}_6\text{S}_8$ эффективно обеспечивают смазку медной пары трения при скольжении. Смазка осуществляется путем перемещения от образца к контргранице и обратно дискретными конгломератами, образованными в зоне трения материала в пограничном слое покрытия. Покрытие значительно снижает скорость изнашивания на этапе устойчивого износа. Обсуждается механизм повышения износостойкости медных пар трения с многоуровневым твердосмазочным покрытием [9], который может быть связан с последовательным образованием иерархически организованных структур в пограничном слое.

Полученные результаты могут быть полезны в космической отрасли с целью разработки высокоресурсных электроконтактных пар трения для космических спутников типа «Метеор» и других сканеров-зондировщиков, осуществляющих непрерывное зондирование Земли из космоса.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.1.

1. Finkin E.F. Adhesive wear: a general review of the state of experimental knowledge and theory // Materials. Engineering and Applications. 1979. № 1. P. 154–161.
2. Tomáš Hudec, Marián Mikula, Leonid Satrapinsky, et al. Structure, mechanical and tribological properties of Mo-S-N solid lubricant coatings // Applied Surface Science. 2019. V. 486. P. 1-14.
3. Donnet C., Erdemir A. Historical developments and new trends in tribological and solid lubricant coatings // Surface and Coatings Technology. 2004. V.180–181. P. 76–84.
4. Адамчук Ю.О., Богуславский Л.З., Синчук А.В., Нанесение углеродных наноструктурированных покрытий на металлические поверхности электроразрядным способом в среде углеводородов // Электронная обработка материалов. 2017. № 53(6). С.1–7.
5. Хрущов М.М., Марченко Е.А., Левин И.С., Тарелкин Ю.А. Вакуумные ионно-плазменные алмазоподобные покрытия – нанокompозиты: трибологическое поведение и структура // Российский технологический журнал. 2015. Т. 2. №3(8). С. 42-55.
6. А.В. Русанов, Р.А. Невшупа, Ж. Фонтэн, Т. ЛеМонь, Ж.-М. Мартан. Трибостимулированная десорбция газов из тонкопленочных покрытий аморфного углерода в сверхвысоком вакууме // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Машиностроение”. 2008. №3. С. 52-65.
7. Fischer O. Chevrel phases: superconducting and normal state properties // Journal of Applied Physics. – 1978. – V. 16. – P.1-28.
8. Сергеев В.П., Жарков С.Ю., Сунгатулин А.Р., Калашников М.П. Влияние покрытий системы Cu-Mo-S на триботехнические свойства пары трения «медь-медь» // Известия вузов. Физика. 2016. Т. 59. №7/2. С. 226-230.
9. Zharkov S.Yu., Sergeev V.P., Kalashnikov M.P., Sergeev O.V. and Sungatulin A.R. Tribological behavior of magnetron sputtered nanocomposite coatings on base of Cu-Mo-S // Journal of Physics: Conference Series. 2019. V.1281. P. 012096 (1–5).