

УДК 621/793.14

ОЦЕНКА ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ ПОКРЫТИЙ ZrN В УСЛОВИЯХ МИКРОКОНТАКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Т. А. КУЗНЕЦОВА^{а+}, В. А. ЛАПИЦКАЯ^а, Б. ВАРХОЛИНСКИ^б, А. ГИЛЕВИЧ^б, С. А. ЧИЖИК^а

Исследованы покрытия ZrN, полученные методом магнетронного распыления при скоростях потока азота в реакционной камере: 3, 4, 5 и 6 см³/мин. Толщина покрытий ZrN составляла 3 мкм. Методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) исследованы морфология поверхности, шероховатость, коэффициент трения $K_{тр}$, удельный объемный износ ω покрытий ZrN. Установлено, что наименьшими значениями $K_{тр}$ и ω обладает покрытие, полученное при скорости потока азота 3 см³/мин.

Ключевые слова: покрытие, ZrN, микроструктура, механические свойства, трение, атомно-силовая микроскопия, коэффициент трения, удельный объемный износ.

DOI: 10.32864/0202-4977-2020-41-4-399-408

Литература

1. Lapitskaya V. A., Kuznetsova T. A., Chizhik S. A., Sudzilouskaya K. A., Kotov D. A., Nikitiuk S. A., and Zaparozhchanka Y. V. Lateral Force Microscopy as a Method of Surface Control After Low-Temperature Plasma Treatment // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. — 2018 (443), no. 1, 012019
2. Melnikova G. B., Petrovskaya A. S., Kuznetsova T. A., Chizhik S. A., Zykova A., Safonov V., and Yakovin S. Structure of Tantalum and Tantalum Oxide Coatings on Steel and Glass Surfaces // International Journal of Nanoscience. — 2019 (18), № 3 & 4, 1940078
3. Вархолински Б., Гилевич А., Куприн А. С., Толмачева Г. Н., Овчаренко В. Д., Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А., Чижик С. А. Сравнение механических и триботехнических свойств нитридных и оксинитридных покрытий на основе хрома и циркония, полученных электродуговым испарением // Трение и износ. — 2019 (40), № 2, 209—217
4. Kuznetsova T., Lapitskaya V., Chizhik S., Kuprin A. S., Tolmachova G. N., Ovcharenko V. D., Gilewicz A., Lupicka O., and Warcholinski B. Friction and Wear of Cr-O-N Coatings Characterized by Atomic Force Microscopy // Tribology in Industry. — 2019 (2), no. 1, 274—285
5. Yan Y., Geng Y., and Hu Z. Recent Advances in AFM Tip-Based Nanomechanical Machining // International Journal of Machine Tools & Manufacture. — 2015 (99), 1—18
6. Carpick R. W. and Salmeron M. Scratching the Surface: Fundamental Investigations of Tribology with Atomic Force Microscopy // Chemical Reviews. — 1997 (97), 1163—1194
7. Williams J. A., and Le H. R. Topical Review. Tribology and MEMS // J. Phys. D: Appl. Phys. — 2006 (39), R201—R214
8. Jacobs T. D. B., Greiner C., Wahl K. J., and Carpick R. W. Insights into Tribology from in situ Nanoscale Experiments // Advances in in situ Nanomechanical Testing. — 2019 (44), no. 6, 478—486
9. Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. — М.: Машиностроение. — 1977
10. Bernal R. and Carpick R.W. Visualization of Nanoscale Wear Mechanisms in Ultrananocrystalline Diamond by in-situ TEM Tribometry // Carbon. — 2019 (154), 132—139
11. Advanced Mechanical Engineering Solutions / Hertzian Contact Stress Calculator / Calculator // <http://www.amesweb.info/HertzianContact/HertzianContact.aspx>

а Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси. Беларусь. 220072, г. Минск, ул. П. Бровки, 15.

б Кошалинский технологический университет. Польша, 75-453, г. Кошалин, ул. Снядецких, 2.

+ Автор, с которым следует вести переписку. e-mail: kuzn06@mail.ru.

Поступила в редакцию 27.09.19.

После доработки 24.04.20.

Принята к публикации 29.04.20.

Kuznetsova T., Lapitskaya V., Warcholinski B., Gilewicz A., and Chizhik S. **Friction and Wear of ZrN Coatings under Conditions of Microcontact Using Atomic-Force Microscopy.**

ZrN coatings were formed by magnetron sputtering at the various rates of nitrogen flow in the reaction chamber: 3, 4, 5, and 6 cm³/min. The thickness of the ZrN coatings was approximately 3 μm. Using atomic force microscopy (AFM), we studied the surface morphology, roughness, friction coefficient C_{fr} , specific volumetric wear ω of ZrN coatings with the construction of C_{fr} dependencies on the number of scan cycles and specific volumetric wear on load, probe speed, number of scan cycles. It was found that the coating obtained at a nitrogen flow rate of 3 cm³/min has the lowest values of C_{fr} and ω .

Keywords: coating, ZrN, microstructure, mechanical properties, friction, atomic force microscopy, friction coefficient, specific volumetric wear.

Образец цитирования: Кузнецова Т. А., Лапицкая В. А., Вархолински Б., Гилевич А., Чижик С. А. Оценка трения и изнашивания покрытий ZrN в условиях микроконтакта с использованием атомно-силовой микроскопии // Трение и износ. 2020. Т. 41. №4. С. 399–408.

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.

Адрес редакции: 246050, ул.Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Full text of articles can be purchased from the editorial office.

Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050 Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: FWJ@tut.by

Web: <https://mpri.org.by/izdaniya/trenie-i-iznos/>