

УДК 621.793.7

І.А. Селіверстов, В.А. Уваров

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ

Проведено дослідження зносостійкості плазмових покриттів на основі порошку ПГ19М з наночастинками SiO_2 . Показано підвищення зносостійкості цих покриттів при випробуваннях в умовах сухого тертя та в мастильному середовищі.

Вступ. Підвищення терміну експлуатації обертальних деталей верстатів і машин, пар тертя, (наприклад, вкладишів шпинделів основного технологічного обладнання металургійного виробництва) на даний час є актуальною задачею. Досить успішно для відновлення зношених поверхонь застосовують методи наплавлення і плазмового напилення. Для одержання антифрикційних покриттів в основному використовують порошки бронзи різного складу з традиційним додатковим легуванням алюмінієм та залізом, що значно підвищує зносостійкість.

Останнім часом активно проводяться дослідження, що дозволяють значно змінити механічні властивості покриттів абсолютно іншими прийомами і методами. Так відомі роботи [1-5] по дослідженню покриттів, до складу яких входять нанорозмірні компоненти. В якості таких компонентів застосовують частинки композицій з карбідів та нітридів тугоплавким металів, оксидів алюмінію, цирконію, титана й ітрію з середнім розміром частинок 5-25 нм. Завдяки цим дослідженням отримані теплозахисні, зносостійкі покриття й покриття біомедичного призначення із часто протилежними характеристиками поверхні, які значно перевершують по багатьох властивостях матеріал покриття традиційного складу.

Таким чином, дослідження в області створення плазмових покриттів з використанням наноструктурних компонентів є актуальними і вимагають детального наукового вивчення.

Мета роботи полягає в дослідженні зносостійкості плазмових покриттів шляхом застосування суміші порошків ПГ19М і нанорозмірного аеросилу (SiO_2) в умовах сухого тертя та в мастильному середовищі.

Методики досліджень. Для вихідних матеріалів застосовували порошок бронзи ПГ19М фракцією 60-80 мкм і аеросил (SiO_2) (наночастинки діаметром до 5-40 нм). З метою створення стійкого композита для транспортування в зону плавлення і переносу матеріалу на підкладку, порошок бронзи піддавався термомеханічній обробці. У результаті чого, аеросил за рахунок своїх зв'язків при змішуванні з макрочастинками порошку створював своєрідний «кокон» (рис. 1).

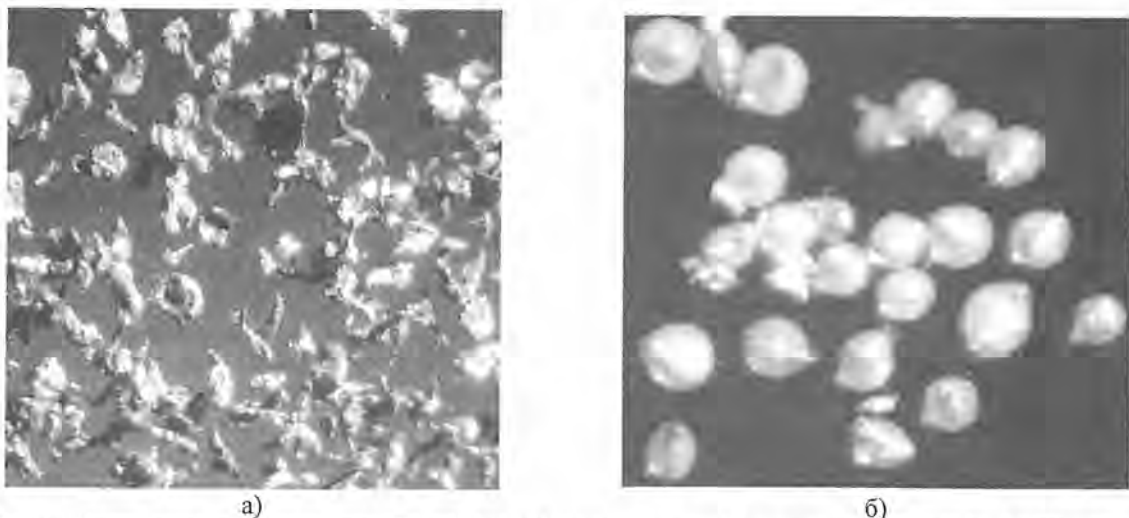


Рис. 1. Частки вихідного порошку ПГ19М (а) і після змішування з аеросилом (ПГ19М+aL) (б) $\times 100$.

Плазмове напилення здійснювалося плазмотроном із частково винесеною дугою у режимі генерації ламінарної плазмового струменя, що забезпечує краще проплавлення і збереження на частинці - ядрі оболонки. Потужність плазмотрона становила до 8 кВт, продуктивність – до 4 кг/год, робочий струм дуги плазмотрона – 80-90А, напруга – 60В, в якості плазмоутворювального і транспортуючого газу використовувався аргон із загальною витратою 6 л/хв.

Зносостійкість покриттів досліджувалися на спеціально розробленій і вдосконаленій машині тертя (рис.2). Пари тертя: нерухомий плоский зразок – досліджуваний; рухливий (контртіло) циліндр діаметром 8 мм – сталь 45 (HRC 45-50). Зношування визначали гравіметричним методом. За умовами експериментів значення окружної швидкості контртіла 0,1 м/с, навантаження – 10,0 Н. Для випробувань у мастильному середовищі використовувалось мастило марки „И-20”.

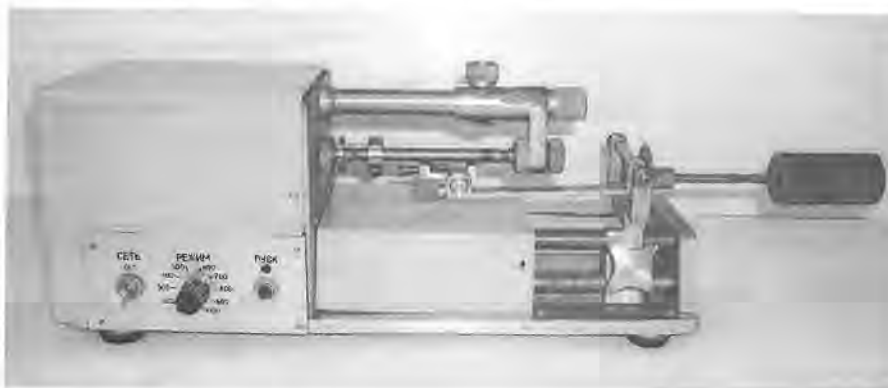


Рис. 2. Прилад для вимірювання зносостійкості (загальний вигляд).

Для оцінки зносостійкості і мікротвердості застосовували загальновідомий склерометричний метод випробувань [6]. У якості індентора використовувалася чотиригранна алмазна піраміда Віккерса. Шорсткість випробуваних зразків за ГОСТ 2789-73 не була грубіше $R_a = 0,32$ мкм.

Експериментальні результати та їх обговорення. У таблиці 1 наведені результати випробувань на мікротвердість.

Таблиця 1

Склад і мікротвердість плазмових покриттів

№ зразка	Склад порошкової суміші	Мікротвердість покриття, ГПа
1.	бронза (ПГ19М) (Ø80 мкм)	0,38
2.	бронза + аеросил (Ø 5-40 нм) (ПГ19М+aL);	0,46

Як видно, мікротвердість покриттів, що містять аеросил, зростає практично на 15%, при цьому кількість масової частки SiO_2 у вихідному конгломераті не перевищує 2%.

Як відомо, збільшенням твердості покриття повинно супроводжуватися підвищенням зносостійкості, тому для роботи є важливим визначення цих характеристик. На рис.3 та 4. наведено результати випробувань плазмових покриттів на зносостійкість.

Протягом першої години тертя відбувається притирання матеріалів, що супроводжується вищою втратою маси, після чого зношування стабілізується. Зносостійкість покриття, отриманого з порошку бронзи з аеросилом, на 35-40 % вище, ніж із ПГ19М. Після першої години тертя плазмових покриттів спостерігається перенос матеріалу покриття на поверхню контртіла, що сприяє подальшому зниженню зношування матеріалу і його стабілізації (криві 1 і 2).

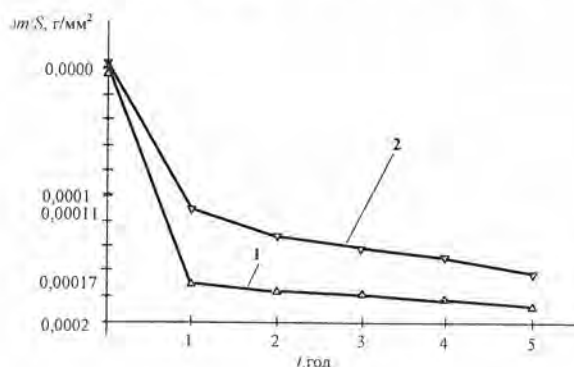


Рис. 3. Кінетика зношування плазмового покриття на основі порошкових сумішей в умовах сухого тертя 1 - ПГ19М; 2 - ПГ19М+аеросил.

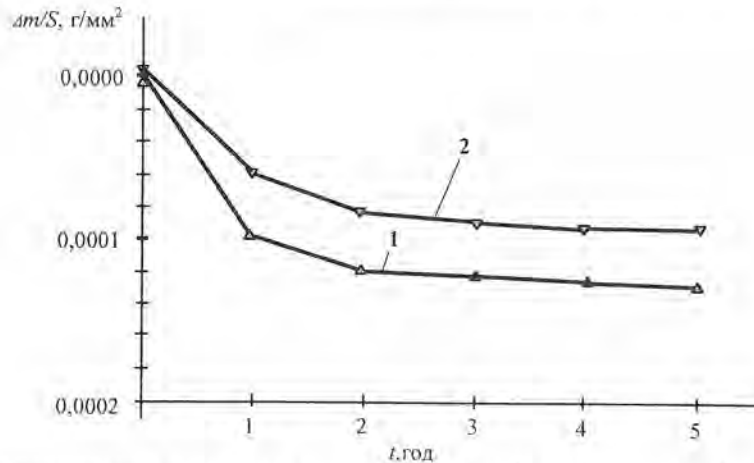


Рис. 4. Кінетика зношування плазмового покриття на основі порошкових сумішей в мастильного середовища (мастило И-20) 1 – ПГ19М; 2 – ПГ19М+аеросил.

Відзначено, що в обох випадках контртіло зношується однаково. Це обумовлено схожістю продуктів зношування порошкового покриття.

Висновки. У такий спосіб у роботі експериментально показано, що плазмовим напленням з порошкових сумішей, яка містить незначну кількість наноструктурних складових, можна підвищити зносостійкість покриття. Більш високу зносостійкість при умовах сухого тертя і зі змащенням в парі з контртілом зі сталі 45 зафіксовано в зразках з покриттям на основі ПГ19М+аеросил.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Состояние и перспективы создания композиционных порошков и покрытий с наноразмерными ингредиентами /Ф.И. Пантелеенко, Ф.Г. Ловшенко, А.В. Рогачев, Н.А. Руденская. В.А. Струк. // Материалы, технологии и оборудование для упрочнения и восстановления деталей машин.– УИ «Технопринт», 2003.– С. 14-15.
2. Morphology, crystallization and dynamic mechanical properties of PA66/nano-SiO₂ composites / Huimin Lu, Xiangmin Xu, Xiaohong Li And Zhijun Zhang // Indian Academy of Sciences, Bull. Mater. Sci., Vol. 29, No. 5, October 2006, pp. 485-490.
3. Thermal Spray Coatings Engineered from Nanostructured Ceramic Agglomerated Powders for Structural, Thermal Barrier and Biomedical Applications: A Review/ R.S. Lima and B.R. Marple// Journal of Thermal Spray Technology. – March 2007. –Volume 16(1) –P. 40-63.
4. Synthesis of Nanostructured Cr₃C₂-25(Ni20Cr) Coatings/ Jianhong He, Michael Ice, Enrique J. Lavernia// Metallurgical And Materials Transactions. – february 2000. –volume 31a –p. 555-564.
5. TiC–Ni-Based Composite Materials Dispersion-Strengthened by Nanoparticles for Electrospark Deposition / E. A. Levashov, Yu. S. Pogozhev, A. E. Kudryashov, S. I. Rupasov, and V. V. Levina// Russian Journal of Non-Ferrous Metals, 2008. – Vol. 49. – № 5, P. 397-403
6. Матюнин, В.М. Определение механических свойств и адгезионной прочности ионно-плазменных покрытий склерометрическим методом / В.М. Матюнин, П.В. Быков, Р.Х. Сайдахмедов [и др.] // МИТОМ. – 2002. – № 3. – С. 36-39.

СЕЛІВЕРСТОВ Ігор Анатолійович – к.т.н., доцент кафедри основ конструювання Херсонського національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– технологія нанесення і властивості покриттів.

УВАРОВ Володимир Анатолійович – к.т.н., доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонської філії національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

Наукові інтереси:

– методи зміцнення та властивості поверхні матеріалу.