

¹В. Ф. Лабунець, канд. техн. наук, проф.,

¹В. Г. Лазарев, асист., асп.,

²І. П. Козлова, д-р біолог. наук, старш. наук. співроб.,

³Р. Я. Бєлєвцев, д-р геол.-мін. наук, чл.-кор. НАН України, проф.

ФОРМУВАННЯ ВТОРИННИХ СТРУКТУР ТЕРТЯ В УМОВАХ МІКРОБНОЇ КОРОЗІЇ

¹Національний авіаційний університет

²Інститут мікробіології і вірусології ім. Заболотного НАНУ

³Інститут геохімії навколишнього середовища НАНУ та МНС

З погляду трибології проаналізовано процеси взаємодії з поверхнею продуктів мінералоутворення, що є наслідком мікробної корозії. Розглянуто можливість використання мікроорганізмів у перспективних методах поверхневої обробки.

Підвищення якості та надійності машин є необхідною умовою технічного прогресу. Надійність машин досягається в першу чергу шляхом забезпечення об'ємної та поверхневої міцності матеріалів під дією механічних навантажень і активного середовища. Розроблення механізмів поверхневої міцності має найбільше прикладне значення, оскільки переважна більшість сучасних машин виходить з ладу внаслідок різних видів поверхневого руйнування.

Поверхневі шари матеріалу в умовах тертя переходять в активований стан, що стимулює адсорбційну, дифузійну або хімічну взаємодію з середовищем. Це сприяє утворенню на робочих поверхнях третьових деталей нових, змінених шарів; структура, фазовий склад, а отже і трибологічні властивості суттєво відрізняються від похідного матеріалу, а поверхнева міцність не буде співвідповідати об'ємній міцності деталі. Поверхнева міцність деталей вузлів тертя обумовлена новоствореною структурою, що отримала назву вторинної; вторинна структура виникає з похідного матеріалу шляхом його структурної перебудови і взаємодії з середовищем. У зв'язку з цим створення на робочих поверхнях третьових деталей вторинних структур, здатних під впливом зовнішніх чинників структурно пристосовуватись, забезпечує динамічну рівновагу процесів активації та пасивації. Відомо, що такі

елементи як сірка, фосфор, хлор та кисень, здатні сприяти утворенню вторинних структур під час тертя.

Під час зовнішнього тертя розділення поверхонь умовне і забезпечується перебігом на межі розділу та в найтонкіших поверхневих шарах строго визначених механо-фізико-хімічних процесів. За такого перебігу процесів виконуються такі умови: 1) існування сталого граничного шару змащувача; 2) метастабільний стан поверхні тертя як наслідок динамічної рівноваги процесів руйнування та відновлення модифікованих найтонкіших

Ці умови характеризують тертя без пошкоджуваності поверхонь, що було визначено Б.І. Костецьким як нормальне, і передбачають наступні основні завдання керування процесами тертя та зношування: 1) розширення ділянки механічних навантажень і умов оточення, за яких відбувається тертя без пошкоджуваності; 2) оптимізація сил тертя та мінімізація швидкості зношування.

Відомо, що найбільш ефективними в умовах граничного тертя є присадки, які розпадаються в інтервалі температур, що виникають на поверхнях контакту під час тертя. Продукти розпаду таких присадок взаємодіють хімічно з поверхнею. Ефективність багатьох присадок, що містять S, P, та Cl, які здатні утворювати на поверхнях вторинні структури, значною мірою визначається їх термодинамічною стабільністю.

Сірка, фосфор, вуглець і кисень застосовуються для створення дифузійних покриттів на поверхні деталей вузлів тертя. До таких технологій належать сульфидування, фосфатування, цементація та оксидування [1].

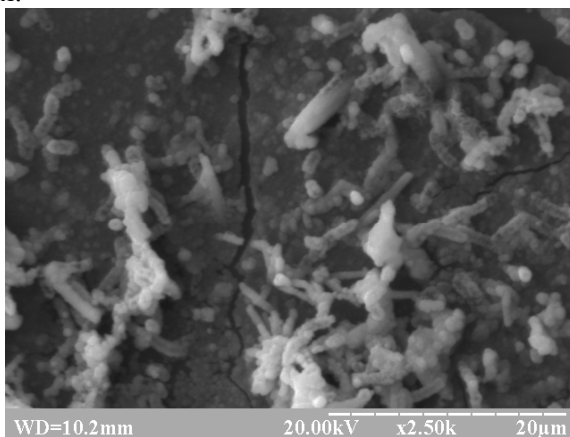
Взаємодія мікроорганізмів з металами традиційно розглядається насамперед як фактор мікробної корозії [2–5], що сприяло поглибленому вивченню груп мікроорганізмів, висока біогеохімічна активність яких має суттєвий вплив у багатьох сферах прикладного матеріалознавства.

Останнім часом опубліковано роботи, в яких досліджується протикорозійна дія мікробних біоплівки [6–7].

Спостереження процесів мікробно-індукованої корозії, спричиненої мікроорганізмами циклу сірки та їх супутниками [8], формування біоплівки на поверхні матеріалу і біологічної

мініралізації проводяться насамперед для запобігання корозійним пошкодженням. Дослідження бактеріостійкості матеріалів показали, що мікроорганізми здатні інтенсифікувати не тільки процеси деструкції, але й епітаксальні процеси, які супроводжуються збільшенням маси і міцності.

Проведені нами дослідження показали, що угруповування мікроорганізмів на поверхні матеріалів утворюють біоплівки (див. рисунок), мінеральний склад яких суттєво залежить від якісного складу бактерій, що формують біоплівку, і складу середовища. Таким чином, використовуючи здатність мікробних культур до біомінералізації, можна проводити поверхневу хімічну обробку матеріалів, отримувати вторинні структури на поверхні деталей вузлів тертя.



Біоплівка *D.Desulfuricans* на скляній поверхні

Аналізуючи результати проведених досліджень, автори дійшли позитивного висновку щодо використання мікробної біотехнології в трибологічному матеріалознавстві та визначили напрями досліджень застосування продуктів життєдіяльності мікроорганізмів для модифікації робочих поверхонь вузлів тертя.

Список літератури

1. *Лабунец В. Ф.* Проблемные вопросы трения и изнашивания и перспективы их решений // Проблемы тертя та зношування: Наук.-техн.зб. – К.: НАУ, 2006. Вип. 46. – С 5 – 28.

2. *Microbiologically influenced corrosion*. Brenda J. Little. Lee, Jason S.. Title. TA418.74.L547 John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2007. 279 p.

3. *Reza Javaherdashti Microbiologically Influenced Corrosion: An Engineering Insight*. Springer-Verlag London Limited 2008. 172 p.

4. *Андреюк Е. И., Билай В. И., Коваль Э. З., Козлова И. А. Микробная коррозия и её возбудители* // К.: Наукова думка, 1980. – 288с.

5. *К.І.Андреюк, І.П.Козлова, Ж.П. Коптева та ін.. Микробна корозія підземних споруд* // К.: Наукова думка, 2005. – 260с.

6. *Videla, H.A., Herrera, L.K., Understanding microbial inhibition of corrosion. A comprehensive overview, International Biodeterioration & Biodegradation (2009), doi:10.1016 / j.ibiod.2009.02.002*

7. *The importance of live biofilms in corrosion protection*. R. Zuo et al. / *Corrosion Science* 47 (2005) 279–287

8. *Інтенсивність корозійного відгуку маловуглецевої сталі в залежності від архітектоніки біоплівки* А. І. Піляшенко-Новохатний, М. О. Протасова, А. М. Андрєєва, и др. // *Фізико-хімічна механіка матеріалів, спец. випуск №5 Проблеми корозії та протикорозійного захисту металів – Львів.: 2006, – С 906 – 910.*

Лабунець В. Ф., Лазарєв В. Г., Козлова І. П., Белєвцев Р. Я. Формирование вторичных структур трения в условиях микробной коррозии // *Проблеми тертя та зношування: Наук.-техн. зб. – К.: Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2010. – Вип. 53. – С. 116–119.*

С трибологічної точки зрення проаналізовані процеси взаємодіяння с поверхністю продуктів мінералообразования, происходящего при микробной коррозии. Рассмотрена возможность использования микроорганизмов в перспективных методах поверхностной обработки.

Рис. 1, список лит.: 8 наим.

Forming of secondary friction structures at the microbial corrosion conditions.

In this article mineral formation products as a result of microbial corrosion and surfacial interaction processes of these are analysed from the tribological point of view. Using of microorganisms for advanced surface engineering methods considered..

Стаття надійшла до редакції 10.06.10