

СТРУКТУРНА САМООРГАНІЗАЦІЯ ТРІБОСИСТЕМ ЗА ЗОВНІШНЬОГО ТЕРТЯ

*Денисенко М.І.¹, к.т.н. доц.,
Лісовський Л.В.¹,
Іващенко С.В.¹,
Смиковський С.М.¹,
Дев'ятко О.С.², к.т.н.*

¹*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України». Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна*

Зовнішнє тертя твердих тіл – одне з найбільш з розповсюджених і універсальних явищ. [1, с.73]. Відомо, що при терті на поверхнях тертя взаємодіють не вихідні матеріали, а вторинні структури різного фазового складу, названі «третім тілом», і утворені в результаті дифузії атомів з при поверхневих шарів та хімічної взаємодії зі зовнішнім середовищем і мастилом. У даному напрямку одними з перших були роботи Л.І.Бершадського і В.Е. Кіамескі. Л.І.Бершадський запропонував назвати такі структури вторинними, і припустив, що їх утворення відповідає самоорганізації з утворенням дисипативних структур [4]. Складність вивчення процесів зовнішнього тертя твердих тіл полягає не тільки у наявності комплексу фізичних, механічних і хімічних процесів, але і в необхідності поєднувати макроскопічні уявлення про характеристики фрикційного контакту (його геометрії, міцності та пластичності матеріалу поверхневих шарів), з мікроскопічними і субмікроскопічними уявленнями про атомні механізми адгезії, дислокаційних механізмах деформації, дифузії.

Аналіз експериментальних даних, отриманих за допомогою різноманітних методів досліджень, дозволяє припустити, що видалені частинки зношування та спрацювання поверхні тертя мають розмірність від атомно-молекулярного стану до розмірів, зіставлених з шорсткістю робочої поверхні деталі на відповідній стадії зносу. Знос є неминучим результатом тертя, накладає суттєві обмеження на зростання продуктивності праці, якість продукції, призводить до величезних втрат матеріалів і засобів праці.

Об'єктами руйнування поверхневого шару являються як вихідна структура, яка під час роботи зазнає певних змін, так і вторинні структури, що утворюються в результаті масообміну і взаємодії поверхні тертя та активних компонентів зовнішнього середовища. Утворення шару вторинних структур (ВС) у більшості випадків чинить сприятливий вплив на зносостійкість деталей і робочих органів машин.

Основні положення і визначення, що відображають процеси утворення, формування, розвитку, руйнування та відновлення вторинних структур, є наступне: взаємодія поверхонь тертя; постійний приплив від ємної ентропії; кооперативне (сумісне, узгоджене) існування підсистем структури; посилене відхилення трібосистеми від сталого стану; структурна самоорганізація; підтримування та розвиток утворених вторинних структур.

Відповідно ДСТУ 2823 – 94, зношування – процес відокремлення матеріалу від поверхні тертя твердого тіла та збільшення його залишкової деформації в умовах тертя, що виявляється у поступовому змінюванні розмірів, геометрії або маси тіла.

Відомо, що основні явища при терті концентруються у тонкому поверхневому шарі. Зношування і формування поверхневих шарів – фундаментальні процеси, що властиві будь якому виду тертя або трібосистемі. Б.І.Костецький та його учні створили монографію, у котрій підбивають підсумки своїм раннім працям по питанню утворення вторинних структур при терті в умовах граничного змащування, а також розкрили перспективи використання вторинних структур як захисного екрану від руйнування основного матеріалу пари тертя. [2,3,4].

Утворення оксидів на поверхнях тертя деякі дослідники розглядали як результат термічних процесів, що протікають у відповідності з класичними механізмами окислення металів, або безпосередньо в процесі тертя, або після тертя в результаті взаємодії контактних поверхонь з киснем повітря. Процес утворення вторинних структур відбувається внаслідок взаємодії активних центрів поверхневого шару металу з киснем і появою окисної плівки. Товщина плівок окислів металів – 10 – 100 нм [5].

Дослідження показали, що за механічними властивостями і міцністю зчеплення з основою окисні плівки, що утворилися безпосередньо при терті (вторинні структури), суттєво відрізняються від плівок, утворених термічним шляхом.

Вивчення механізму зношування показує, що його сутність має механо - корозійну природу. Треба розуміти комплекс явищ, які відображають утворення та руйнування вторинних структур у поверхневих шарах деталей при навантаженні тертям. Механо - корозійне зношування, також як і окислювальне спрацювання відповідно Б.І.Костецькому умовно може бути поділене на три етапи: 1) деформування і активація; 2) утворення вторинних структур; 3) руйнування вторинних структур. Треба відмітити, що періодичний характер процесу утворення і руйнування вторинних структур в реальних умовах тертя має локальний характер (на кожній ділянці поверхні тертя).

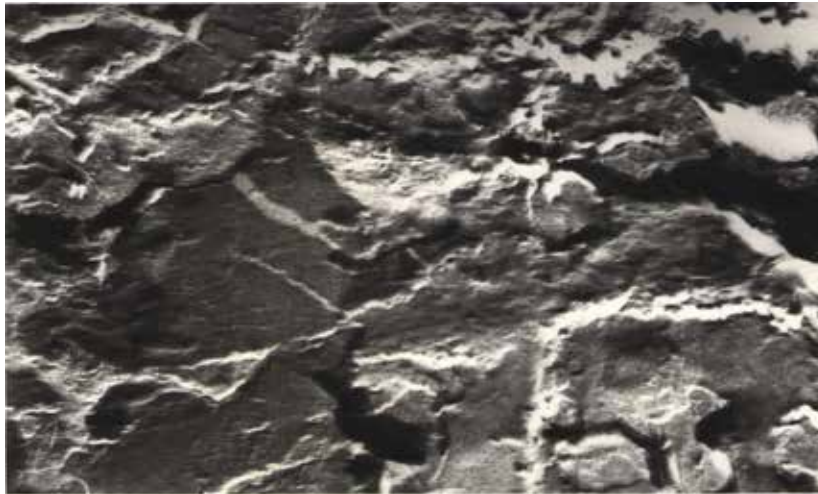


Рис. 1. Стан поверхні тертя після дугового точкового зварення (ДТЗ), вкритої плівками вторинних структур II типу: x 10000

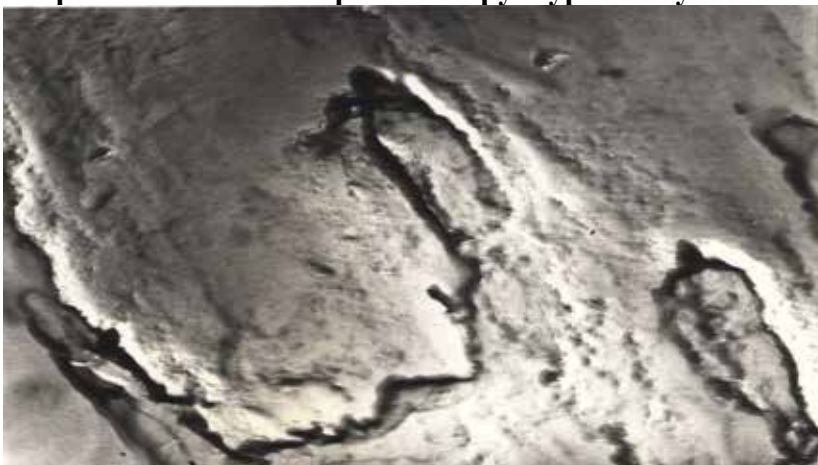


Рис. 2. Стан поверхні тертя сталі X6T2, вкритої плівками вторинних структур I типу: x10000

Утворення в процесі тертя вторинних структур, головним чином в результаті окислювальних процесів, Б.І.Костецький та його учні відкрили явище структурного пристосування матеріалів при терті (СП) [2,3,4]. Явище структурного пристосування

матеріалів при терті універсальне і спостерігається при терті різних матеріалів в певних для кожної пари тертя умов навантаження, але механізми пристосування для різних матеріалів мають свою специфіку. Структурні зміни матеріалу спостерігаються у вигляді шару вторинних структур (ВС) (рис.1, рис.2). В умовах тертя вторинні структури насичуються киснем. Самоорганізація найбільше розповсюджена при роботі машин та обладнання різного функціонального призначення у режимі граничного тертя. Товщина шару вторинних структур у функції часу роботи деталей машин змінюється від 50 – 250 до 2000 – 10000 А° і більше. В окремих випадках можливе утворення наросту на поверхні тертя товщиною до 0,1 мм. Зменшення і стабілізація характеристик тертя зв'язані з формуванням вторинних структур. В процесі тертя спостерігається зародження, робота і руйнування вторинних структур (ВС), що являє собою замкнений процес, за цієї умови нормальне механо-хімічне зношування можливо припустити у вигляді комплексу фізико-хімічних явищ, що між собою поєднані і постійно взаємодіючі. Ці явища, що відбуваються у різних ділянках поверхні тертя, і мають певну послідовність, та можуть бути представлені як фази даного процесу.

Самоорганізація у цьому режимі, що названа структурним пристосуванням (СП), проявляється в утворенні захисних вторинних структур (ВС), які екранують основний метал деталей від безпосереднього контакту, схоплювання та інтенсивного пошкодження. Вторинні структури, що мають екстремальні фрикційні та міцнісні властивості, представляють тонко-плівковий об'єкт ($h_{bc} = 20 - 80$ нм), характеристики котрого визначають механізми формування сил тертя і зносу. [3]. Важливою кінетичною характеристикою являється тривалість циклу утворення, стабілізації і руйнування ВС - t_{bc} .

Механізм зношування покриття з дуговим точковим зваренням (ДТЗ), дугове точкове зварення (рис.1) – в'язке між зеренне спостерігаються процеси зсуву вторинних структур, руйнується сама матриця, викришуються карбіди заліза, титана та марганцю. Вторинні структури I типу мають властивості над пластичності, легко переміщуються по поверхні тертя; вторинні структури II типу мають велику поверхневу міцність, але менш пластичні.

Висновки. Процес утворення вторинних структур, призводить звично до зниження коефіцієнту тертя, інтенсивності зношування, а також відповідати процесу самоорганізації та утворенню дисипативних структур.

Дисипативна структура тертя в царині нормальних механо-хімічних процесів являється сталою і має властивості саморегулювання.

Список використаних джерел.

1. Костецкий Б.И. Поверхностная прочность материалов при трении / Костецкий Б.И., Носовский И.Г., Караулов А.К., Бершадский Л.И., Костецкая Н.Б., Ляшко В.А., Сагач М.Ф.. –К.: «Техніка», 1976., 296 с.
2. Костецкий, Б.И. Структурно-энергетические основы управления трением и изнашиванием [Текст] / Б.И.Костецкий. – К.:Общество «Знание», 1990. – 31 с.
3. Костецкий, Б.И. Задачи трибологии в машиностроении /Б.И.Костецкий. – М.: Вестник машиностроения, 1989. №9. – с.9-14.
4. Бершадский,Л.И. Структурная термодинамика трибосистем / Л.И.Бершадский.- Киев: Знание, 1990.-31 с.
5. Дмитриченко М.Ф. Триботехніка та основи надійності машин: навч.посібник / М.Ф.Дмитриченко та інші .К.: ІНФОРМАВТОДОР, 2006, 216 с.