

УДК 621. 891.

Сарабун С. – ст. гр. ММ – 12

*Тернопільський національний технічний університет Імені Івана Пулюя*

## **ТРИБОЛОГІЯ КОНТАКТУ. САМООРГАНІЗАЦІЯ ДИСИПАТИВНИХ СТРУКТУР**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Гупка А.Б.

Sarabyn.S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CONTACT TRIBOLOGY. SELF-ORGANIZATION OF DISSIPATIVE STRUCTURES**

Supervisor: Ph.D., Gupka A.B.

Ключові слова: тертя, зношування, самоорганізація.

Keywords: friction, wear, self-organization.

Структурно-енергетичний підхід до досліджуваних процесів тертя і зношування ґрунтується на сучасних досягненнях фізики щодо природи самоорганізації природи матеріалів і розглядає тертя як процес перетворення зовнішньої механічної енергії в теплоту, а закономірності цього перетворення визначаються структурним станом матеріалу системи тертя. Структурно-енергетична концепція припускає дослідження взаємозв'язку між енергетичними характеристиками тертя і зношування, механізмами структури перетворень у поверхневих шарах третьових матеріалів, а також інтенсивністю поверхневого руйнування.

На підставі численних досліджень встановлена загальна закономірність тертя і зношування, а також експериментально доведено, що для усіх відомих матеріалів існують діапазони навантажень і швидкостей переміщень, у яких показники тертя і зношування стабільні і на декілька порядків нижчі ніж поза цими діапазонами. Необхідна умова нормалізації процесів тертя і поверхневого руйнування – динамічна рівновага процесів активування і пасивації, за якої ефективна енергія активування перебуває в межах значення енергії, необхідних для утворення захисних вторинних структур. Фізичним механізмом загальної закономірності є універсальне явище структурної пристосованості матеріалів в умовах тертя. Сутність явища структурної пристосованості полягає в тому, що при нормальному терті в зоні контакту утворюються стійкі упорядковані дисипативні структури, які мають властивість мінімального виробництва ентропії.

Штучно створюючи в поверхневих шарах зони з особливою субмікроструктурою і напруженим станом або одержуючи їх за контактної взаємодії, необхідно збільшити тривалість існування термодинамічного стану, який забезпечить умови до самоорганізації поверхні. У відкритих системах тертя і з кооперативним характером мікропроцесів під час взаємодії зустрічних потоків енергії з речовиною відбуваються процеси впорядкування, які супроводжуються зменшенням ентропії й утворенням дисипативних структур, схильних до самоорганізації.

Згідно теорії окислювального зношування на поверхнях тертя утворюються або квазіаморфні, перенасичені тверді розчини елементів середовища (вторинні структури I типу), які характеризуються без дислокаційною, фрагментованою будовою кластерів та мають аномальну пластичність, або вторинні структури II типу, які складаються

переважно з хімічних сполук нестехіометричного складу з дефіцитом активних елементів. Спільними для вторинних структур обох основних типів є їхня поверхнева локалізація, високоміцна ультрадисперсна будова, здатність мінімізувати руйнування поверхневого шару й екранувати неприпустимі процеси захоплення, втомленості, корозії та ін. Але разом із тим для кожного типу вторинних структур характерні їх індивідуальні особливості.

Виявлено універсальне явище структурної пристосованості матеріалів в умовах тертя – закономірності зміни структури і властивостей поверхневих шарів в енергетично вигідному напрямі, тобто перебудови початкової структури поверхневих шарів третьових матеріалів у стійку, енергетично вигідну, форму для даних умов навантаження. Стійкість форми забезпечує мінімальні енергетичні витрати на тертя, а робота, яка витрачається на руйнування одиниці об'єму матеріалу поверхневих шарів, стає максимальною. При цьому процес зовнішнього тертя стабілізується, настає динамічна рівновага і саморегулювання всієї системи. Порушення динамічної рівноваги викликає перехід системи на інший енергетичний рівень, а за критичних умов – перехід до катастрофічних процесів зношування і пошкодження деталей вузлів тертя.

Перебудова структури здійснюється через докорінну зміну механічних і фізико-хімічних властивостей поверхневих шарів, перехід до тонко плівкового високо прозорого і стійкого щодо фізико-хімічних дій стану поверхневих шарів. При цьому на поверхні тертя виникає особлива топографія, а матеріал робочої поверхні перебуває в ультрадисперсному стані.

Явище структурної пристосованості матеріалів в умовах тертя пов'язано з перебігом пружно-пластичних деформацій, структурно-термічною активацією і миттєвою пасивацією – утворенням вторинних структур. Одночасно відбувається подрібнення структури і її орієнтація – формується субмікрорельєф, який забезпечує оптимальну топографію поверхні. Цей комплекс взаємозв'язаних процесів, який зумовлює структурну пристосовуваність матеріалів, забезпечує стійкий динамічний стан зносостійкості й антифрикційності лише за умови динамічної рівноваги та саморегулювання процесів при дотриманні відповідних енергетичних співвідношень.

$$\int_v \frac{\Delta E(V)}{A} dV = \min; \frac{A}{I} = \max$$

Де  $\Delta E$  – зміна поглиненої енергії;  $A$  – робота сил тертя;  $V$  - об'єм;  $I$  – величина зношування.

До особливостей динамічної рівноваги і саморегулювання належить стабілізація в часі всіх процесів, пов'язаних з явищем структурної пристосовуваності. Явище структурної пристосовуваності під час тертя являє собою широкий клас винятково яскравих проявів самоорганізації трибо системи, як відкритої нелінійної системи по обміну енергії із зовнішнім середовищем.