

**УДК 620.1.02-621**

**М.І. Денисенко канд. тех. наук; доц., А.С. Савченко, М.Л. Ніколаєнко**  
ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України», Україна

## **ТРИБОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ МАШИН**

**М.І. Denisenko Ph.D Assoc.Prof.**

### **TRIBOLOGICAL METHODS OF INCREASING OPERATIONAL RELIABILITY AND DURABILITY OF MACHINES**

**Вступ.** Значна частина (близько 30%) світових енергетичних ресурсів у різних формах витрачається на тертя, 80-90% рухливих спряжень машин виходять з ладу внаслідок зносу. При цьому знижуються ККД, точність, економічність, надійність і довговічність машин, погіршуються їх динамічні і акустичні характеристики.

Дослідження в царині механіки контактних взаємодій, хімічних і дисипативних процесів у поверхневих та при поверхневих шарах тертьових матеріалів показують, що матеріал в процесі тертя різко змінює свій фізичний стан, змінюючи механізм контактної взаємодії. Відбуваються суттєві зміни у суб -і мікроструктурі поверхневих мікрооб'ємів. Вивчення кінетики структурних, фазових і дифузійних перетворень, міцністних і деформаційних властивостей активних мікрооб'ємів поверхні, елементарних актів деформації та руйнування, пошук численних критеріїв оптимального структурного стану, оцінок якості поверхні повинні бути фундаментальною основою у пошуках матеріалів і середовищ зносостійких спряжень.

**Виклад матеріалу.** В теперішній час досліджено закономірності розподілення пластичної деформації за глибиною поверхневих шарів металевих матеріалів, кінетика формування вторинної структури, процеси зміцнення, знеміцнювання, рекристалізації, фазові переходи, котрі, у свою чергу, залежать від зовнішніх механічних впливів, складу, властивостей тертьових матеріалів та зовнішнього середовища.

Дислокації, дисклінації та інші дефекти структури являються концентраторами напружень, осередками мікро руйнування. В той же час, рух дефектів (релаксаційна мікропластичність) призводить до зниження рівня напружень концентратора, відповідно, сповільнює процеси руйнування.

Під трибологічною надійністю розуміємо властивість машини зберігати у часі, в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати потрібні функції при її функціонуванні в умовах тертя та зношування. Трибологічна надійність і довговічність машин формується і закладається при проектуванні та виготовленні машин, та визначається конструктивними особливостями елементів машин, використовуваними матеріалами, пристосованістю до ремонту і технічного обслуговування.

Умови деформації при терті поверхневих шарів визначають перевагу одного з вказаних механізмів, від якого буде залежати інтенсивність поверхневого руйнування. Як правило, при експлуатації важко навантажених вузлів тертя, їх деталі зазнають одночасно декількох видів руйнуючих впливів, тому постають суперечливі вимоги до властивостей конструкційних матеріалів. Під час фактичного контакту відбувається приріст пластичної деформації матеріалу поверхневого шару, а частина витраченої енергії запасється у матеріалі у вигляді пружних викривлень кристалічної решітки (дефектів). Основним видом дефектів при терті є дислокації, котрі у нерівноважних умовах самоорганізуються в дисипативні структури, що змінюють одне одного зі зростанням щільності дислокацій у детермінованій послідовності.

Самоорганізація структур найбільше розповсюджена при роботі машин різноманітного призначення у режимі граничного тертя. Самоорганізація у цьому режимі, названа структурною пристосованістю (СП), яка проявляється в утворенні захисних вторинних структур (ВС), що екранують основний метал деталей від безпосереднього контакту, схоплювання і інтенсивного руйнування (рис.1). [1-2].

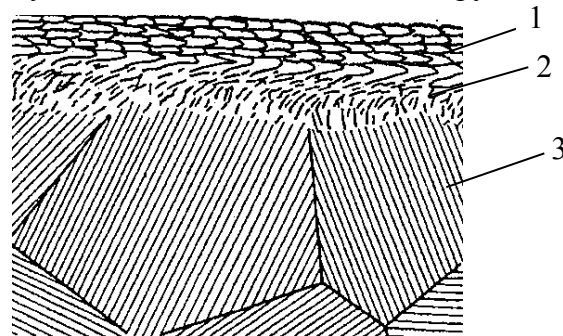


Рис. 1 – Будова поверхневих шарів за граничного тертя  
(за даними Б.І. Костецького):

- 1 – шар вторинних структур (ВС); 2 – підповерхневий деформований шар;  
3 – основний незмінний матеріал

Вторинні структури представляють тонко плівковий об'єкт (товщина ВС –  $h_{bc} = 2 \cdot 10 \dots 8 \cdot 10$  НМ), які утворюються шляхом кінетичного фазового переходу (КФП), основою якого являється сумісна дія деформації, нагрівання, дифузії та хімічних реакцій. [2]. Процеси дифузії локалізуються у тонких поверхневих шарах, в малих об'ємах виявляється підвищена кількість точкових дефектів кристалічної решітки, зростання коефіцієнту дифузії на декілька порядків, зміна меж взаємної розчинності елементів. Властивості поверхневого шару забезпечуються як нанесенням захисного шару або покриття, так і перетворенням поверхневого шару металу за допомогою фізичних, хімічних, механічних методів, дифузійним насиченням, методів хіміко-термічної обробки.

Розроблено і використовуються у промисловості більше 120 методів поверхневого зміцнення. Поряд з детально розробленими методами розвиваються інноваційні методи – лазерні, вакуумні іонно-плазмові, у тому числі імплантації, створюються гетерогенні покриття, базальтова арматура, композитні матеріали, детонаційні методи. Проводяться дослідження в царині твердих мастильних матеріалів і антифрикційних покриттів, що забезпечують зменшення тертя і підвищення зносостійкості. До твердих мастильних покриттів належать тверді речовини: нітрид бору, графіт, хлориди, окисли металів, пластмаси ПТФЕ, поліаміди.

Висновки. Забезпечення експлуатаційної надійності і довговічності машин являється складним завданням, для вирішення якого необхідне проведення комплексу конструкторських, технологічних, експлуатаційних та організаційних заходів на всіх етапах життєвого циклу машини.

#### **Література**

1. Костецкий Б.И. Поверхностная прочность материалов при трении / Б.И.Костецкий, И.Г.Носовский, А.К.Караулов., Л.И.Бершадский, Н.Б.Костецкая., В.А.Ляшко., М.Ф.Сагач. – Киев: «Техніка», 1976. 296 с.
2. Костецкий Б.И. Задачи трибологии в машиностроении / Б.И.Костецкий. Вестник машиностроения. М.: 1989, №9. – С.9-14.