

УДК 629.3.03

Є. М. Лисіков, Д. В. Онопрійчук

## ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ МВС УКРАЇНИ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

*Розглядаються фізичні основи впливу електростатичного оброблення рідких мастильних середовищ на знос технічних систем.*

**Постановка проблеми.** В останні десятиліття ХХ ст. і нині в області тертя і зносу стрімко розвиваються нанотехнології. Їх використання в технічних системах є перспективним напрямком досліджень і за авторитетними прогнозами буде не менш вражаючим, ніж результати “комп’ютерної революції” кінця минулого століття [1].

**Огляд останніх досліджень і публікацій** дозволяє зробити висновок про те, що процес тертя супроводжується складними механо-фізико-хімічними процесами. Вивчення їх закономірностей показує, що одна із ключових ролей у складних технічних системах належить мастильному середовищу, яке за природою зв’язків між атомами і молекулами є електричним. Саме такий вид зв’язків визначає фазові переходи в мастильному середовищі як у стані надходження, так і під час роботи спряжень технічних систем.

**Метою статі** є вивчення процесу впливу електростатичного оброблення рідких мастильних середовищ на експлуатацію складних технічних систем.

**Виклад основного матеріалу.** В процесі експлуатації технічних систем з використанням рідких мастильних середовищ, основний знос спостерігається в режимі граничного змащення. Особливістю зазначеного режиму є те, що мастильне середовище під дією силового поля поверхні тертя набуває зовсім інших властивостей ніж ті, які воно має в об’ємі. На поверхнях тертя формуються квазікристалічні і квазітверді зони із мастильного середовища з високою несучою здатністю, і саме процес формування цих зон залежить від деяких системоутворюючих факторів.

Розглянемо фізичні передумови формування мастильної плівки. В рідкі мастильні середовища вводять різноманітні присадки (протизносні, протизадирні і т. ін.). Відмінність їх будови на молекулярному рівні від базової оливи в тому, що центри ваги позитивних і від’ємних зарядів рознесені, через це вони мають електричний дипольний момент, який сприяє витісненню молекул базової оливи з поверхні тертя, в результаті фізичної конкурентної адсорбції формуються квазітверді зони у приповерхневих шарах спряжень. Окрім цього, молекули присадок у об’ємі мають електричне поле і також можуть між собою взаємодіяти та утворювати різні агрегатні стани. Особливістю агрегатних станів молекул присадок є те, що полярно-активна частина їх знаходиться в центрі (рис.1).

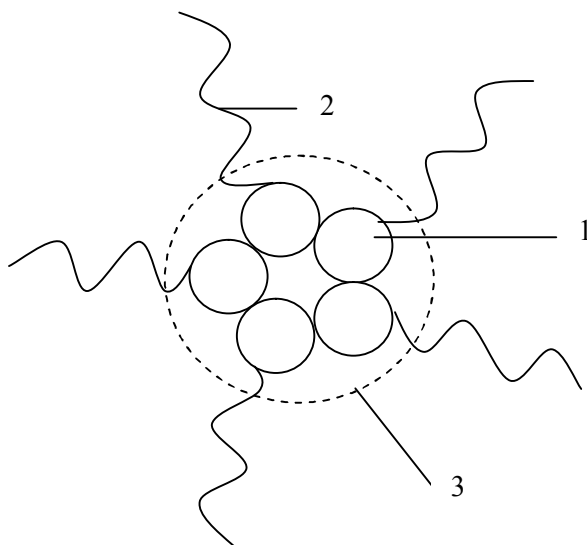


Рис. 1. Будова надмолекулярних структур присадок у мастильному середовищі: 1 – полярно-активна частина молекул присадки; 2 – вуглеводневий радикал присадки; 3 – ядро агрегату

Повернемось до загальної системи взаємодії такого агрегату з поверхнею тертя. З результатів численних науково-дослідних робіт в області тертя та зносу спряжень відомо, що силове поле поверхні тертя поширюється у напрямку нормалі до неї обернено пропорційно третьому (четвертому) степеню відстані. Загальна схема процесу взаємодії агрегату і поверхні тертя подана на рис. 2.

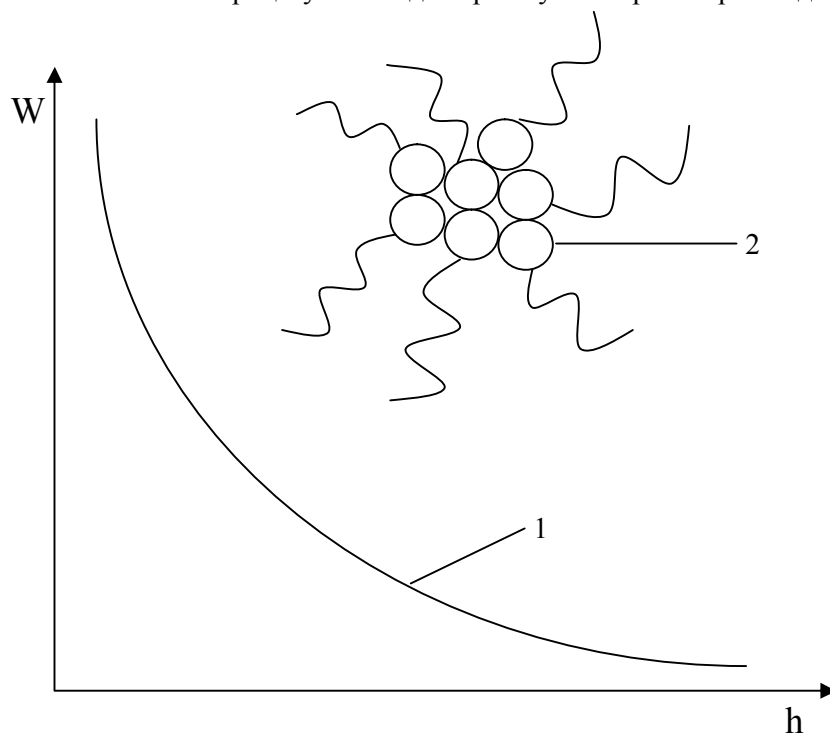


Рис. 2. Загальна схема взаємодії надмолекулярної структури присадки з поверхнею тертя: 1 – крива розподілу енергії силового поля поверхні тертя в мастильному середовищі; 2 – надмолекулярний агрегат присадки

Для формування моно- і полімолекулярної мастильної плівки, як видно з рис. 2, силовому полю поверхні тертя необхідно зруйнувати агрегати надмолекулярних структур присадки, тобто перевести її молекули в інший мономолекулярний стан, лише тоді відбудеться процес взаємодії полярно-активної частини молекули присадки з поверхнею тертя (рис. 3).

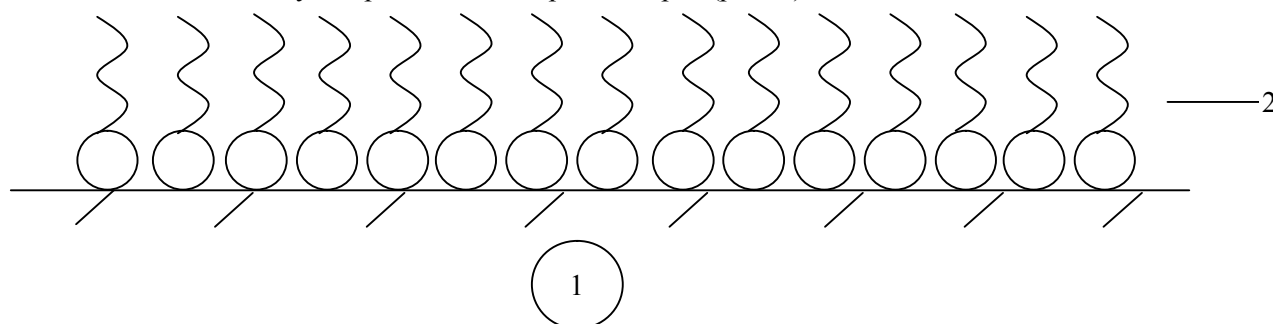


Рис. 3. Мономолекулярний шар присадки на поверхні тертя: 1 – поверхня тертя; 2 – мономолекулярний шар присадки

Цілком природно, що процес переведення молекул присадки з агрегатного стану в мономолекулярний може відбутися за умови, якщо енергія силового поля поверхні тертя  $E_{\Pi}$  більша від енергії зв'язку молекул в агрегаті  $E_a$ , тобто  $E_{\Pi} > E_a$ . Проте таке не завжди можливо, тому присадка повністю не виконує свою функцію, що підтверджується експериментальними дослідженнями. Збільшення концентрації присадки зменшує знос тільки до певної величини, потім він знову збільшується (див. рис. 4) [2].

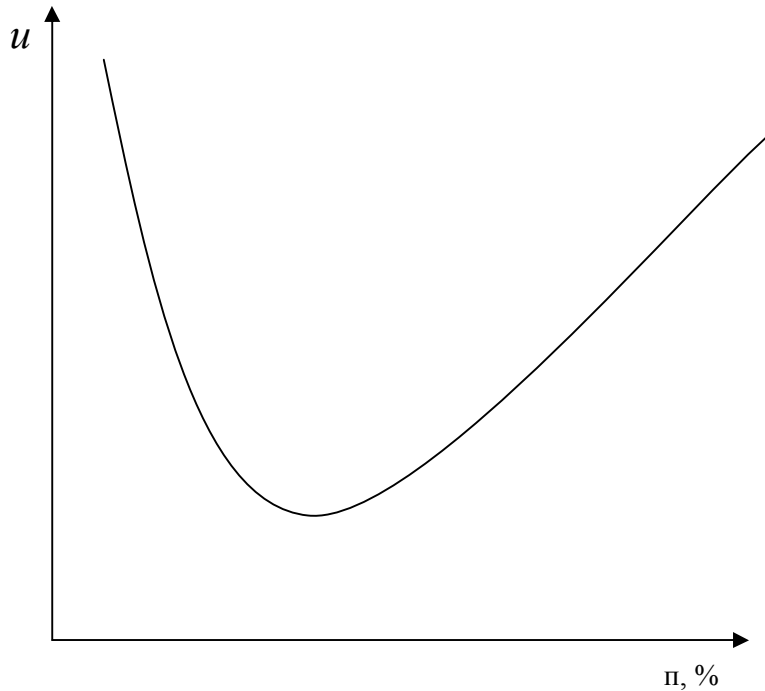


Рис. 4. Залежність зносу від концентрації присадки

З такого фізичного уявлення процесу формування мастильної плівки з рідкого мастильного середовища на поверхнях тертя виходить, що для інтенсифікації адсорбційного процесу молекул присадки потрібна “допомога” силовому полю поверхні тертя.

З урахуванням існуючого уявлення про природу зв’язків між молекулами і атомами в рідкому мастильному середовищі доцільно, з енергетичної точки зору, таку “допомогу” надавати силовому полю поверхні тертя електричними полями. Для цього необхідно ввести “підготовчий” етап під час надходження рідкого мастильного середовища в спряження технічних систем. Він дозволить інтенсифікувати адсорбційний процес молекул присадки на поверхні тертя.

Одним з найбільш перспективних способів інтенсифікації зазначеного процесу є оброблення рідкого мастильного середовища електростатичним полем. Якщо є надмолекулярні структури присадок (див. рис. 1), то під дією електростатичного поля вони руйнуються, тобто відбувається переведення присадки в мономолекулярний стан (рис. 5).

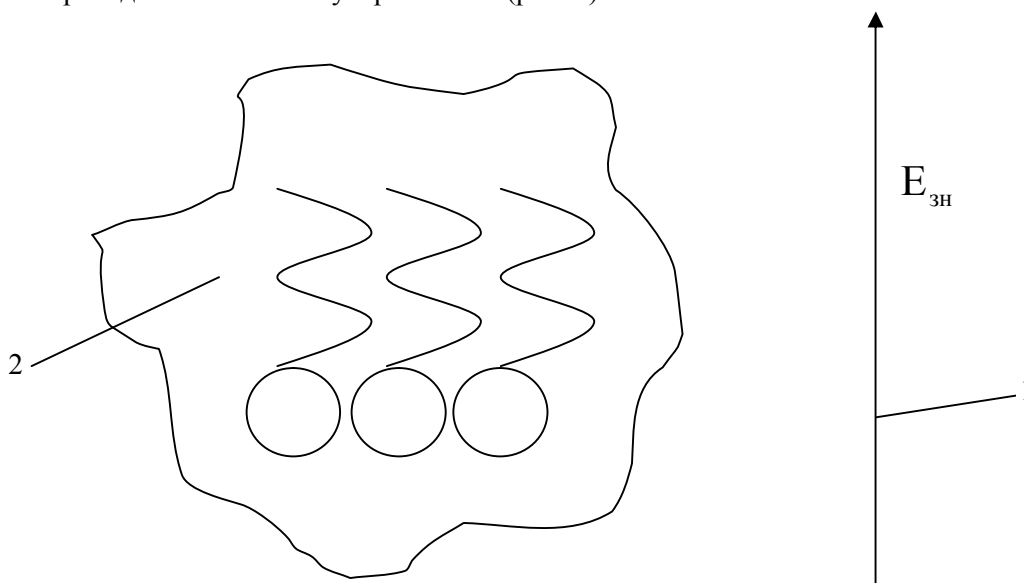


Рис. 5. Зміна агрегатного стану молекул присадки (мономолекулярний стан):  
1 – вектор напруженості зовнішнього поля; 2 – молекули присадки у вигляді “пакету”

Такий факт підтверджується зниженням швидкості зносу спряження “колодка – ролик” у процесі випробувань на машині тертя (рис. 6) [3].

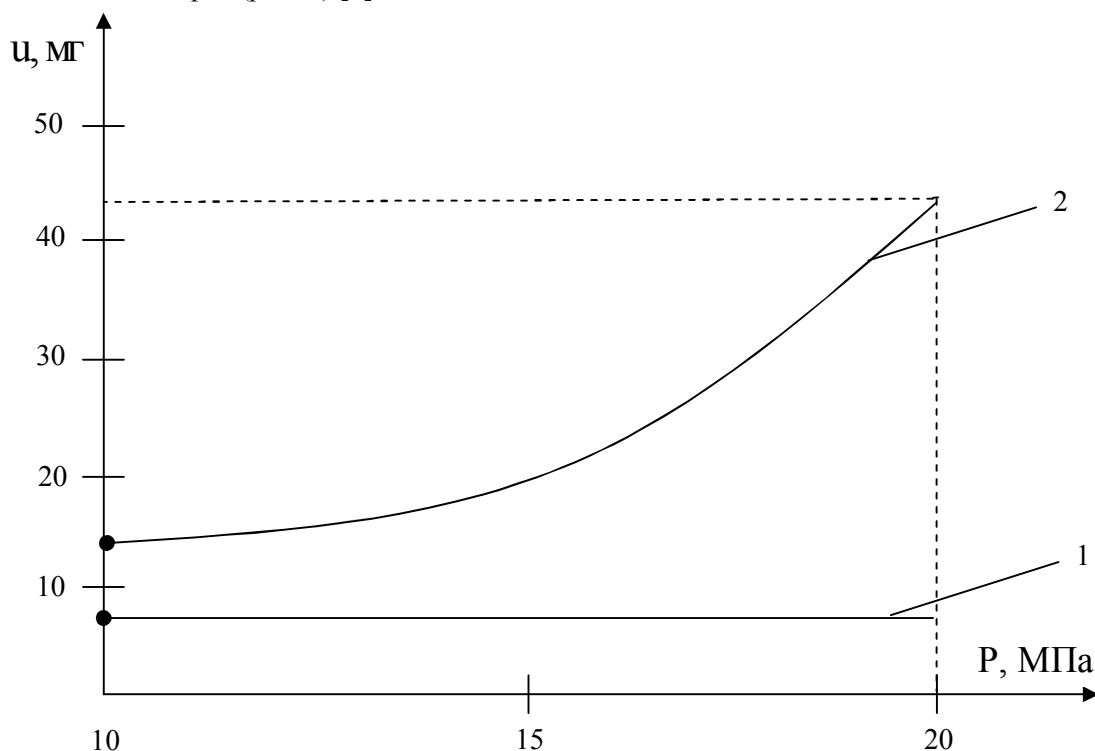


Рис. 6. Залежність швидкості зносу спряження “колодка – ролик” на машині тертя від оброблення електричним полем рідкого мастильного середовища: 1 – у випадку оброблення; 2 – без оброблення

Наведені експериментальні результати показують, що електростатичне оброблення рідкого мастильного середовища дозволяє зменшити швидкість зносу поверхонь тертя у 2 – 5 разів. Такий спосіб дозволяє збільшити ресурс технічних систем мобільних машин і обладнання, що використовуються у внутрішніх військах МВС України, у 2 – 3 рази і скоротити час їх робочого циклу, що сприятиме інтенсифікації темпу робіт в екстремальних умовах.

### **Висновки**

Одним із перспективних способів підвищення ресурсу технічних систем, машин і обладнання внутрішніх військ МВС України, в яких використовується рідке мастильне середовище, є його електростатичне оброблення перед надходженням у спряження вузлів тертя.

### **Список використаних джерел**

1. Нанотехнологии и их влияние на трение, износ и усталость в машинах: материалы междунар. конф. ученых, Москва, 14–15 дек. 2004 г. / Институт машиноведения им. А. А. Благонравова, Российская академия наук, Межведомственный научный совет по трибологии, Научный совет РАН по проблеме “Надежность и ресурс в машиностроении”. – М., 2004. – 120 с.
2. Чичинадзе А. В. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А. В. Чичинадзе, Э. М. Берлинер, Э. Д. Браун. – М. : Машиностроение, 2003. – 567 с.
3. Лысиков Е. Н. Надмолекулярные структуры жидких смазочных сред и их влияние на износ технических систем / Е. Н. Лысиков, В. Б. Косолапов, С. В. Воронин. – Х. : ЭДЭНА, 2009. – 274 с.

*Стаття надійшла до редакції 02.06.2010 р.*