

УДК 620.179.112

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФУЛЕРЕНОВМІСНИХ ОЛИВ НА
МІКРОТВЕРДІСТЬ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ**

Деркач О.Д., к.т.н., доцент,

Дряпкінін Р.М.,

Щусь Б.П.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Abstract

The influence of fullerenes' soot concentration, which added to oil M10Г2К on few tribotechnical characteristics «steel-steel» was investigated. Through optical investigation the participation of fullerene soot in surface forming mechanism and saturated with carbon was confirmed, it provided an increase in microhardness of the surface of the friction.

Keywords: fullerene soot, oil, concentration, surface of the friction .

Вступ

Підвищення інтенсивності режиму роботи основних вузлів машин і механізмів сприяє зменшенню їх надійності та довговічності. Причому ця проблема пов'язана, в основному, із вузлами тертя, які є найбільш чутливими до дії високого рівня навантажень, швидкостей та температур, зростання яких є неминучим при інтенсифікації роботи обладнання [1]. Тому актуальним завданням є підвищення надійності та довговічності роботи вузлів тертя машин і механізмів, які працюють за умови високих навантажень, швидкостей та температур. Цю проблему можливо вирішити різними способами, у тому числі за рахунок підвищення змащувальних якостей мастильних матеріалів, які використовуються у вузлах тертя.

Аналіз попередніх досліджень

Ефективним є застосування фулеренів в якості модифікаторів пластичних мастил і олив [2]. Також, досліджувалося використання карбонових мікросфер у якості наповнювачів олив [3]. В обох випадках, додавання фулеренових матеріалів призводило до зниження коефіцієнта тертя і зносу. Очевидно, що застосування фулеренів у оливах забезпечує зміну характеру тертя при фрикційній взаємодії сталевих деталей за рахунок трибохімічних реакцій у зоні контакту [4, 5]. Це дозволяє значно зменшити тертя та зношування деталей у вузлах машин і механізмів, що сприяє підвищенню їх надійності та довговічності. Отримані залежності змащувальних властивостей олив, наповнених фулеренами C_{60} від в'язкості мінеральної основи [6]. Встановлено, що застосування фулеренів дозволяє не тільки зменшити тертя та зношування деталей, що знаходяться у фрикційній взаємодії, а і відновлювати пошкоджені поверхні тертя. Виявлено, що низькі коефіцієнт тертя та знос забезпечуються за рахунок прокатки сферичних наночастинок [7]. Тобто, зниження коефіцієнта

тертя забезпечується не стільки ефектом ковзання, скільки ефектом перекочування молекул та їх груп по поверхнях тертя робочих тіл. Таким чином, можна стверджувати, що завдяки своїм фізико-хімічним властивостям фулерени можуть впливати на зменшення тертя та зношування деталей при фрикційній взаємодії і у середовищі модифікованих ними олив.

Постановка проблеми

Описані вище результати створюють передумови для досліджень впливу фулеренів і на трибосистеми типу «сталь-сталь». Очевидно, такі матеріали також можуть бути ефективними модифікаторами олив. Особливо це стосується модифікації недорогих широкоживаних олив, таких як, наприклад, М10Г2к. Тому актуальною задачею є визначення впливу фулереновмісних речовин на змащувальні властивості олив, які використовуються у вузлах тертя машин і механізмів у промислових масштабах.

Мета та завдання

Мета роботи полягала у виявленні впливу фулереновмісних олив на зміну микротвердості робочих поверхонь пари тертя «сталь-сталь».

Для досягнення мети, поставлені наступні завдання:

- створення дослідних зразків фулереновмісної оливи з різними модифікаторами;
- реалізація тертя на лабораторному обладнанні – машині тертя СМЦ-2;
- визначення мікротвердості робочих поверхонь та оптичні дослідження.

Результати вирішення основних завдань

Для досліджень були взяті такі змащувальні композиції: 1 – Олива М10Г2к; 2 – Олива М10Г2к+3 % ССФ*; 3 – Олива М10Г2к+3 % ССФ (покращений). * - склад силікато-фулереновий.

Мікротвердість. Вимірювали на металевих зразках до випробувань (показник «0») та після випробувань змащувальних композиціях рис. 1. Встановлене суттєве зростання цього показника. Так, по відношенню до початкового значення мікротвердості (560 одиниць) після випробувань у базовій оливі № 1 мікротвердість зросла на 16 % (в 1,16 рази). А вже по відношенню до зразка № 1 даний показник зріс на 48,4 % (в 1,72 рази) при випробуванні зразка № 2 і на 44,6

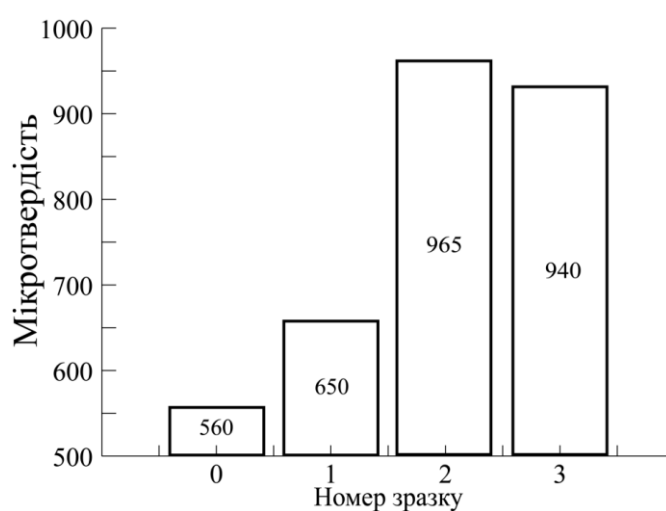


Рисунок 1 Залежність мікротвердості вихідної (0) поверхні сталевго контртіла (сталь 45) та поверхонь при терті із змащуванням у мастилах

% (в 1,67 разів) - при випробуванні для зразка № 3.

Можна зробити висновок, що зразки № 2 і № 3 чинять зміцнюючу дію на робочу поверхню деталей трибосистем.

Мікрофото. Здійснювали при збільшенні $\times 400$ разів (рис.2). Перед випробовуваннями робочі поверхні оброблялися шліфувальним наждачним папером з однаковою зернистістю № 120. Потім поверхні знежирювалися стандартними методами.

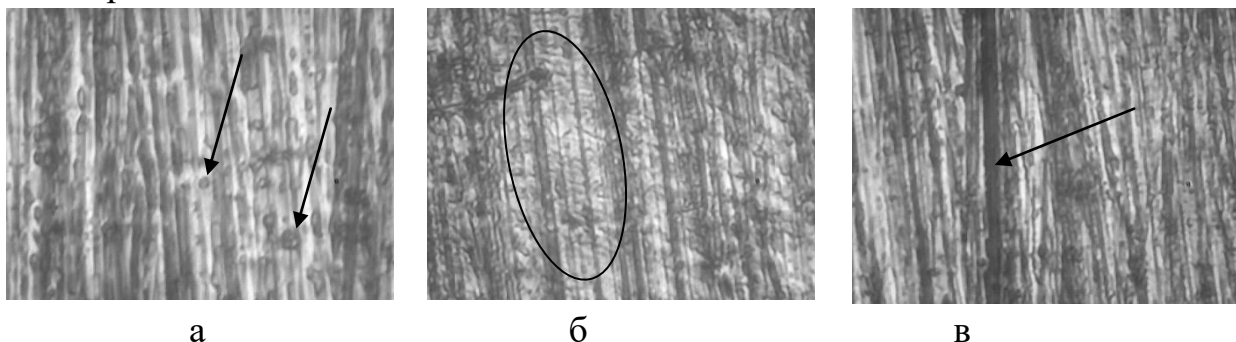


Рисунок 2 Мікрофотографії поверхні після взаємодії із сталевим зразком (збільшення у 400 разів):

а – Олива М10Г2к; б – М10Г2к+3 % ССФ; в – М10Г2к+3 % ССФ (п).

Після випробовувань у змащувальній композиції № 1 поверхня характеризувалася утворенням локул (показані стрілками), які, очевидно, є наслідком наявності присадок у оливі. Виявлені зони незначних ерозійних процесів (виділені овалом), що є припустимим для трибосистем. Також поверхня характерна згладженими піками мікроподряпин.

При використанні композиції № 2 (рис.2, б) такі локули та зони явно виражених ерозійних процесів відсутні. Встановлений ефект інтенсивного шліфування робочої поверхні. Для прикладу, овалом виділені характерні ділянки найбільш з плоскими поверхнями. Загальна картина поверхні тертя характеризується в цілому рівнинним рельєфом і зменшенням глибини початкових подряпин і задирів.

Схожа картина виявлена і при випробуванні змащувальної композиції № 3 (рис.2, в), однак у даному випадку зафіксовані окремі подряпини (стрілка).

Отже, можна зробити висновок, що змащувальна композиція № 2 (або наявні в ній домішки) має значний шліфувальний ефект. У процесі тертя дана композиція чинить інтенсивний зношувальний ефект частини робочої поверхні деталей трибосистеми. Проте, цей процес протікає з одночасним зменшенням шорсткості поверхні: тут відбувається як руйнування мікропіків, так і їх пластична деформація. Очевидно, що наявні домішки мають розміри типу «мікро» або «нано», які не здатні утворювати значні подряпини і задири і розвивати їх. Тому відбувається вирівнювання мікропіків і заповнення ними і домішками композиції мікробпадин. Утворена таким чином поверхнева плівка може мати як суцільну, так і дискретну структуру. Вона має вищу

мікротвердість від базового матеріалу і забезпечує зростання ресурсу деталей трибосистем.

Висновки

1. Змащувальні композиції № 2 і № 3 чинять вищу зміцнюючу дію і протизносні властивості, ніж базовий зразок № 1.

2. Змащувальна композиція № 3 забезпечує кращі властивості деталей трибосистем, що визначають макро- та мікрогеометрію спряжень і, як наслідок, забезпечує збільшення ресурсу. Встановлені відносні значення зменшення вагового зносу можуть корелювати з ресурсом виробів.

3. Змащувальна композиція № 2 забезпечує максимальне зменшення шорсткості поверхні та може бути використана в трибосистемах з високими вимогами до шорсткості робочих поверхонь.

Література

1. Фролов, К.В. Современная трибология. Итоги и перспектива [Текст] / К.В. Фролов. – М.: Издательство УКИ, 2008 – 480 с.

2. Wu, Y.Y. Experimental analysis of tribological properties of lubricating oils with nanoparticle additives [Text] / Y.Y. Wu, W.C. Tsui, T.C. Liu // Wear. 2007 - Vol. 262(7-8). - P. 819-825. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2006.08.021>.

3. Alazemi, A. A. Ultrasmooth Submicrometer Carbon Spheres as Lubricant Additives for Friction and Wear Reduction [Text] / A. A. Alazemi, V. Etacheri, A. D. Dysart, L.-E. Stacke, V. G. Pol, F. Sadeghi // ACS Appl. Mater. Interfaces. 2015 – Vol. 7(9). - P. 5514-5521. DOI: 10.1021/acsami.5b00099.

4. Erdemir, A. Superlubricity [Text] / A. Erdemir, J.-M. Martin. – Am.: Elsevier, 2007 – 499 p.

5. Аулин, В.В. Триботехнология восстановления деталей мобильной с.-х. и транспортной техники модификацией моторного масла фуллеренсодержащим составом [Текст] / Аулин В.В, Деркач А.Д., Буря А.И., Макаренко Д.А., Мищенко Г.Я. // Тракторы и сельхозмашины. Ежемесячный научно-практический журнал. 2014 - № 4. - С. 26-29.

6. Ku, B.-C. Tribological effects of fullerene (C60) nanoparticles added in mineral lubricants according to its viscosity [Text] / B.-C. Ku, Y.-C. Han, J.-E. Lee, J.-K. Lee, S.-H. Park, Y.-J. Hwang // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. 2010 – Vol. 11(4). – P. 607-611.

DOI 10.1007/s12541-010-0070-8

7. Rapoport, L. Polymer Nanocomposites with Fullerene-like Solid Lubricant [Text] / L. Rapoport, O. Nepomnyashchy, A. Verdyan, R. Popovitz-Biro, Y. Volovik, B. Ittah // Advanced Engineering Materials. 2004 – Vol. 6 (1-2). – P. 44-48.

DOI 10.1002/adem.200300512.

8. Hryniv A. Operational evaluation of motor oils of trucks by their thermal oxidative stability. Технологический аудит и резервы производства. - Харків : Технологічний центр. 2019. - № 3 (1). - С. 25-30.