

Запропоновано сім альтернативних схем обслуговування замовлення на доставку вантажів ТЛЦ, які враховують виконання можливого переліку допоміжних операцій, що супроводжують організацію і здійснення транспортного процесу.

Розроблений повнофакторний план експерименту надає змогу адекватно оцінити вплив вхідних параметрів - об'єм партії відправки та відстань доставки, на критерій ефективності – прибуток ТЛЦ. Перевірку відтворюваності моделі проведено за критерієм Кохрена, розрахункове значення якого склало 0,4979, що означає, що експеримент може бути відтворений.

Результати визначення ефекту показали, що найбільший ефект досягається при обслуговуванні замовлення на доставку партії вантажу 21,45 т на відстань 1817 км за п'ятою схемою обслуговування, при цих умовах ТЛЦ отримує прибуток у розмірі 28951,8 гривень.

Література

1. Транспортно-логістичний центр. URL: <http://www.transport-logistic.com.ua> (дата звернення: 10.10.2015)
2. Bentzen, K. Case study on strategic business and commercial aspects of the networks of ports, logistics centres and other operators. / Bentzen, K.; Bentzen, L.; Kapetanovic, E. H.; Heikkilä, L. - Centre for Maritime Studies, University of Turku, Finland, 2005. – p. 23-28
3. Бауэрсокс Доналд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. / Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж [Пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б. С. Пинскера]. – М.: ЗАО «Олимп—Бизнес», 2008. – 640 с.
4. Прокофьева Т.А. Стратегическая доктрина формирования на территории Брянской области в зоне тяготения к транспортному коридору №2 «Запад-Восток» Западной логистической платформы Центрального федерального округа. URL:<http://www.disslib.org> (дата звернення: 05.10.2015)
5. Лифар В.В. Теоретичні основи функціонування логістичної інфраструктури у мережі міжнародних транспортних коридорів / В.В. Лифар // Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. Економічні науки. №20, 2010. – С. 93-98.
6. Нагорний Є.В. Транспортно-експедиторська діяльність / Є.В. Нагорний, Д.В. Ломотько, Н.Ю. Шраменко, В.С. Наумов, О.В Павленко. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 352 с.
7. Нивен П.Р. Диагностика сбалансированной системы показателей : Поддерживая максимальную эффективность / П.Р. Нивен ; Пер.с англ. В. О. Шагоян ; Науч.ред. М. Горский. – Днепр: Баланс Бизнес Букс, 2006. – 251 с.
8. Гонтаренко Ю.О. Оцінка доцільності роботи транспортно-логістичного центру на ринку транспортних послуг / О.В. Павленко, О.П. Калініченко, Н.В. Потаман, Ю.О. Гонтаренко. Інформаційні технології та системи управління. Том 6. № 3 (20) Х.: 2014. – С. 40-43

УДК 620.179.112

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

Держач 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 олів [2]. Також, досліджувалося використання карбонових мікросфер у якості наповнювачів олів [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 олів, 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 микротвердості 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.

Микротвердість. 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 микротвердості (560 одиниць) після випробувань у базовій оливі № 1 микротвердість 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

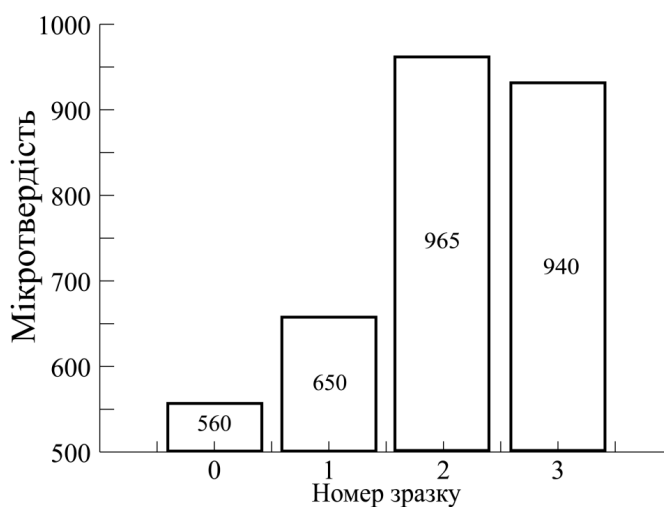


Рисунок 1 Залежність микротвердості вихідної (0) поверхні сталевого контртіла (сталь 45) та поверхонь при терті із змащуванням у мастилах

% (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 випробуваннями робочі поверхні оброблялися шліфувальним наждачним папером з однаковою зернистістю № 120. Потім поверхні знежирювалися стандартними методами.

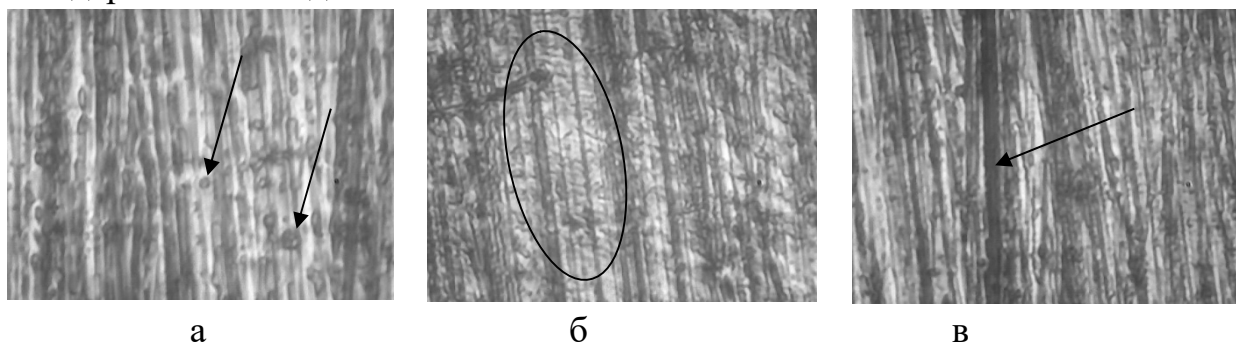


Рисунок 2 Мікрофотографії поверхні після взаємодії із сталевим зразком (збільшення у 400 разів):

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

Після випробувань у змащувальній композиції № 1 поверхня характеризувалася утворенням локул (показані стрілками), які, очевидно, є наслідком наявності присадок у оліві. 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.