

УДК 620.179.112

О.Д.Деркач, О.І.Буря

Державний аграрний університет

ЗАСТОСУВАННЯ ФУЛЕРЕНОВІСНИХ МАТЕРІАЛІВ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Викладені результати досліджень фулереновісних матеріалів – геомодифікаторів для поверхонь тертя при технічній експлуатації автотранспортних засобів

Ключові слова: *фулерени, олива, шорсткість, технічний сервіс*

Вступ. Одним із важливих напрямів підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту є забезпечення надійності його агрегатів, у багатьох з яких застосовують різноманітні мастильні матеріали, основне призначення яких – зниження витрат енергії на подолання тертя. Окрім цього, мастильні матеріали відводять тепло від поверхонь тертя деталей, забезпечують їх захист від корозії, відводять продукти зносу та інші домішки із зони тертя. Сучасні мастильні матеріали, як правило, відповідають цим вимогам. Проте ефекти розшарування, дифузії та сегрегації, що відбуваються в процесі тертя, призводять до переструктурування підповерхневого шару змащувального матеріалу. Це відбувається в результаті руху атомарного водню у бік підвищених температур, тобто в зону підповерхневого шару, який через виникнення пластичних деформацій на поверхні контакту, має найбільшу температуру.

Застосування сучасних матеріалів в рухомих з'єднань машин і механізмів дозволяє не лише подовжити їх термін служби, але і вирішити екологічні завдання, що виникають при виготовленні і експлуатації деталей з традиційних матеріалів. Вітчизняна машинобудівна галузь, що й досі у великій мірі застосовує матеріали, розроблені ще в колишньому СРСР, сьогодні виявилася практично неконкурентоздатною із зарубіжними машинами. Такий стан сьогодні характерний практично для будь-якої галузі: металургія, сільське господарство, переробна промисловість і т.д.

У зв'язку з цим виникла гостра проблема, пов'язана з розробкою нових вітчизняних матеріалів, що здатні конкурувати із зарубіжними аналогами, могли б замінити традиційні матеріали, істотно підвищивши при цьому якість роботи машин, їх надійність і довговічність. Вітчизняні матеріали, у тому числі і змащувальні повинні вирішити проблему технічного сервісу та ремонту зарубіжних машин і технологічних ліній, що експлуатуються в Україні, не знижуючи при цьому якість або продуктивність технологічного процесу.

Аналіз наукових досліджень. Раніше встановлено, що 85-90% металевих деталей тертя виходять з ладу за причини зносу і лише 10-15% – за причини недостатньої міцності [1]. Явища тертя і зношування взаємно обумовлені: тертя призводить до зношування, а зношування поверхонь деталей у процесі роботи викликає зміну робочих параметрів агрегатів.

Для усунення наслідків зношування проводять поточні та капітальні ремонти, у ході яких зношені деталі замінюють на нові або відновлюють. У процесі експлуатації долають зношування деталей шляхом проведення планових технічних обслуговувань. При цьому трудовитрати на технічне обслуговування в загальному балансі витрат на підтримання в працездатному стані сільськогосподарської техніки складають 45,4% [2].

У зв'язку з цим ідея безрозбірного відновлення деталей тертя є актуальним завданням, здатним значно скоротити витрати як на ремонт, так і на технічне обслуговування, тому може бути ефективним в технічному сервісі сільськогосподарської техніки. Одним із способів безрозбірного відновлення деталей є застосування силікато-фулеренових композицій, виготовлення яких стало можливим завдяки досягненням нанотехнологій.

У Дніпропетровському державному аграрному університеті науково-педагогічними працівниками кафедри експлуатації машинно-тракторного парку, проблемної науково-дослідної лабораторії технічного сервісу машин сумісно з співробітниками науково-виробничої фірми «Маскарт» були проведені дослідження триботехнічних характеристик нових геомодифікаторів поверхонь тертя, результати яких показали, що кращими характеристиками володіють матеріали, що містять силікато-фулеренові складові [3]. Лабораторними дослідженнями доведено, що при

використанні вказаних геомодифікаторів на робочій поверхні тертя утворюється плівка мікротвердість якої складає 271 одиницю HV, що на 43 % більше, ніж мікротвердість поверхні базового зразку та на 13 % вища, ніж після випробувань чистого мастила [3, 4].

Фулеренова сажа отримується дуговим методом в процесі випарювання графіту [5]. Як правило містить від 7 до 11 % фулеренів.

Мета роботи полягала у виявленні впливу фулереновмісних матеріалів для поверхонь тертя на експлуатаційні характеристики машин і механізмів, що використовуються в АПК.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі:

- провести лабораторні дослідження триботехнічних характеристик фулереновмісних змащувальних складів;
- провести стендові та виробничі випробування;
- на основі отриманих результатів зробити висновки.

Програма досліджень, результати та їх обговорення. Програма досліджень складалась з наступних етапів:

- приготування сумішей фулереновмісної сажі (0,1 мас.%; 0,3 мас. %) і чистого мастила (99,7 мас. %);
- проведення лабораторних досліджень триботехнічних характеристик фулереновмісних змащувальних композицій і чистої оливи;
- обробка результатів досліджень;
- формування висновків.

Лабораторні дослідження здійснювали на машині тертя 2070 СМТ-1 за методикою [3]. Випробування проводилися за схемою «диск-колодка» (рис.1) із зануренням диска у ємність із сумішшю.

В якості сталевго елемента пари тертя використали вуглецеву якісну конструкційну сталь 2-ої категорії (сталь 45). Зразки для досліджень виготовляли з круглого прокату діаметром 70 мм, який піддавався механічній обробці. Отримані сталеві зразки гартували до твердості HRC 45-50.

Як видно з рис.2, при випробуванні сумішей і чистої оливи, коефіцієнт тертя поступово знижується, що є очікування явищем. Проте, найбільше зменшення цього показника відбулося при застосуванні суміші, що має 0,3 мас.% фулеренової сажі. Очевидно, цьому сприяє те, що за такої концентрації сажі, плівка, що наноситься на сталеву поверхню є рівномірною, що забезпечує стабільність триботехнічних характеристик.

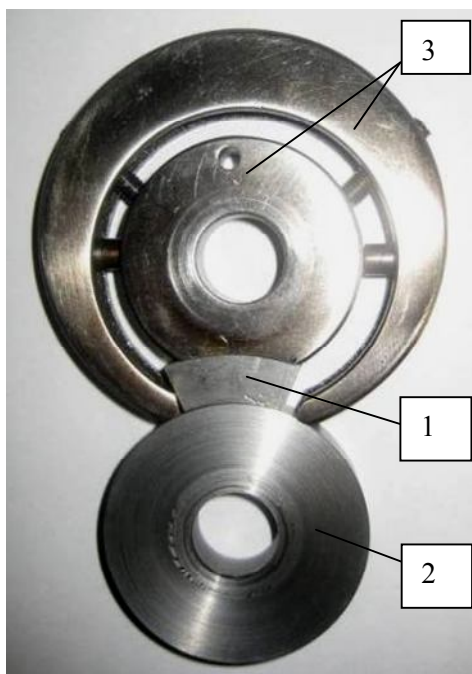


Рис.1. Взаємне положення зразків при випробуваннях:

- 1 – колодка; 2 – диск (контртіло);
3 - оправка.

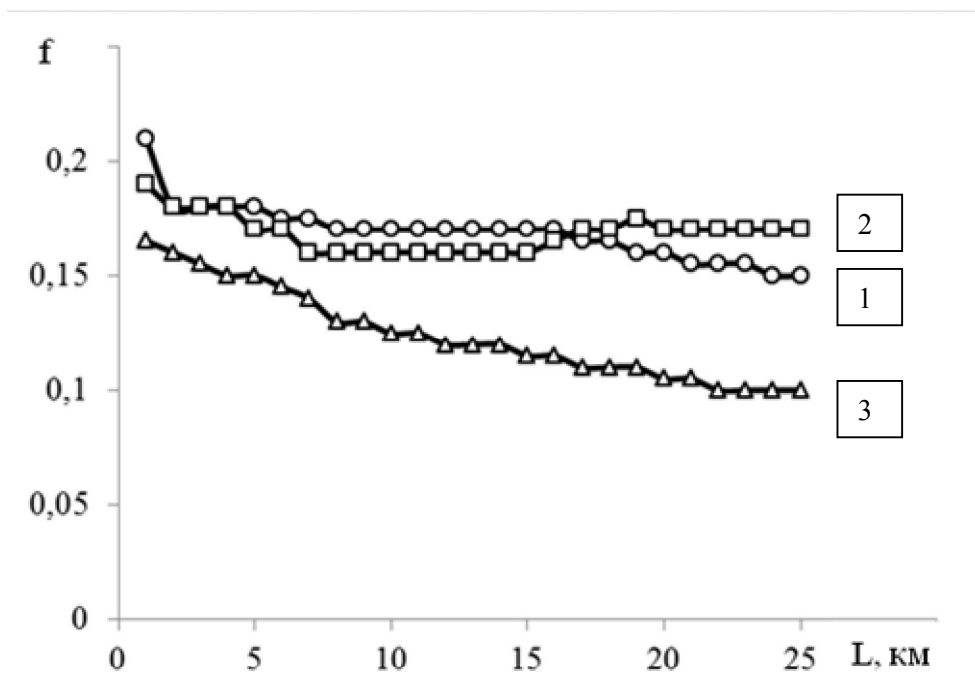


Рис. 1. Залежність коефіцієнта тертя f від пробігу L при використанні

Рис. 2. Залежність коефіцієнта тертя f від пробігу L при використанні чистого мастила (1), при додаванні 0,1 % (2) та 0,3% фулеренової сажі (3).

Дослідження зміни твердості робочої поверхні показали, що при початковому значенні мікротвердості сталевого контртіла HV 190, після завершення випробувань в чистій оливі цей показник зріс до 240 одиниць. Таке зростання пояснюється явищем наклепу, яке притаманне трибосистемам. Мікротвердість контртіла після випробувань суміші, що містила фулеренову сажу зросла до 271. Аналіз робочої поверхні тертя контртіл показав, що сліди від алмазної пірамідки, що використовується під час вимірювання мікротвердості мають геометричні відмінності (рис. 3). Так, відбитки від пірамідки на поверхні контртіла, яке випробовувалося у чистій оливі (а) мають рівні та чіткі грані. На контртілі, що випробовувалося під час досліджень фулереновмісної суміші (б), грані не чіткі і мають «завалений» характер.

Це свідчить про утворення на поверхні фулеренової плівки, твердість якої на 43 % вища від металу контртіла (стал 45 ГОСТ 1050-74) та на 13 % – від мікротвердості поверхні тертя після випробування у чистому мастилі.

Таким чином, на даному етапі досліджень можна припустити що утворена плівка, маючи високу мікротвердість спричинить підвищення терміну служби рухомих з'єднань механізмів.

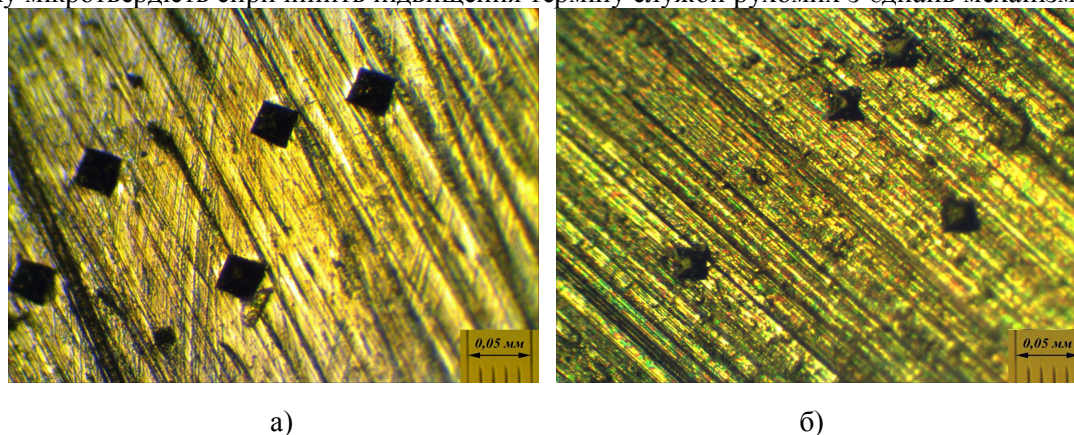


Рис.3. Поверхня тертя контртіла після випробування у чистому мастилі (а) та у фулереновій композиції (б) з відбитками алмазної пірамідки.

Стендові та виробничі випробування. Проводили на стендовому моноінжекторному двигуні «Volkswagen» (рис.4) з використанням компресиметру КИ – 861 та вакуумметра КИ-5315.



Рис.4. Моноінжекторний двигун внутрішнього згоряння фірми «Volkswagen».

Вимірювали компресію та вакууметричний тиск в циліндрах двигуна до та після обробітку фулереновмісною сумішшю. Під обробіткою мається на увазі додавання підготовленої суміші в картер прогрітого двигуна та подальша штатна його експлуатація.

Встановлено, що після додавання суміші 0,3% фулереновмісної сажі компресія через 15 хвилин зросла в середньому на 0,2 МПа у всіх циліндрах. Вакууметричний тиск зріс на 0,25 МПа. Через годину роботи двигуна ці показники залишилися сталими. Негативних явищ у роботі двигуна не спостерігалось.

Такі результати лабораторних і стендових досліджень дозволили перейти до випробувань на автомобілі Daewoo Nexia (пробіг 70 000 км). Перед додавання у картер двигуна наномодифікатора вимірювали тиск у камері згоряння у кінці такту стиску, потім, після пробігу 860 та 8000 км вимірювання провели знову (див. табл.)

Таблиця. – Результати вимірювання тиску у надпоршневому просторі двигуна, МПа

Показник	Порядковий номер циліндру			
	1	2	3	4
Перед додавання наномодифікатора	1,30	1,30	1,28	1,30
Після додавання наномодифікатора через 860 км пробігу	1,32	1,32	1,35	1,32
Після додавання наномодифікатора через 8000 км пробігу	1,30	1,30	1,30	1,30

Як видно з табл. 1 в процесі досліджень після додавання в двигун експериментальної суміші відбулося зростання тиску у надпоршневому просторі. В процесі експлуатації автомобіля вказаний параметр став однаковим в усіх циліндрах. Випробування автомобіля продовжуються. Можна стверджувати, що даним заходом доцільно підтримувати параметри технічного стану двигуна в заданих межах, але для впровадження його в систему технічного сервісу потрібно проводити подальші дослідження з виявлення механізму дії основного компонента.

Висновки.

Встановлено, що максимальне падіння коефіцієнта тертя при випробуванні металеві трибосистеми відбулося при застосуванні суміші, що містить 0,3 мас.% фулеренової сажі.

Виявлено, що при використанні вказаного геомодифікатора на робочій поверхні тертя утворюється плівка, мікротвердість якої складає 271 одиницю HV, що на 43 % більше, ніж мікротвердість поверхні базового зразку та на 13 % вища, ніж після випробувань у чистій оливі.

Таким чином, на даному етапі можна стверджувати, що отримані результати вказують на доцільність введення в систему технічного сервісу бензинових ДВЗ обробку вказаним матеріалом, інших систем після діагностування і встановлення параметрів технічного стану.

1. Костецкий Б.И. Трение и износ деталей машин // Труды первой научно-технической конференции. - М.: КИГВХ, 1956, с.149-153.
2. Основи трибології. Підручник. Антипенко А.М., Белас О.М., Войтов В.А. та ін. / За ред. Войтова В.А. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 342 с.
3. Деркач О.Д., Буря О.І., Харченко Б.Г., Іванькова О.В., Міщенко Г.Я. Застосування геомодифікаторів для поверхонь тертя при технічній експлуатації сільськогосподарської техніки / Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Випуск 109 «Проблеми технічної експлуатації машин». – Х.: Віровець А.П. «Апостроф», 2011 – 232 с.
4. Деркач О.Д., Буря О.І. Підвищення технічного рівня електро-, автомобільного транспорту та сільськогосподарської техніки за рахунок використання нових матеріалів / Наукові рекомендації / ДДАУ. – Дніпропетровськ, 2011. – 71 с.
5. www.neotechproduct.ru/fulleren-saja.