

УДК 620.179.112

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСНОГО ШАРУ, УТВОРЕНОГО
СИЛКАТО-ФУЛЕРЕНОВИМ ГЕОМОДИФІКАТОРОМ****Деркач О.Д., к.т.н., Харченко Б.Г., к.т.н., Кабат О.С., к.т.н.,
Макаренко Д.О.***(Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет)***Міщенко Г.Я., інженер***(Директор науково-виробничої фірми «Маскарт», м. Дніпропетровськ)*

Викладені результати лабораторних досліджень захисного шару, утвореного геомодифікатором “Силкато-фулереновий склад для поверхонь тертя ТУУ 24.6-32350634-002:2011”. Встановлено, що використання вказаного геомодифікатора призводить до зниження коефіцієнта тертя у 2 рази.

Актуальність роботи. Важливим напрямом підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарської техніки є забезпечення її надійності. В багатьох агрегатах 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 змашувального 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.

Раніше встановлено, що 85-90% металевих деталей тертя виходять з ладу за причини зносу і лише 10-15% – за причини недостатньої міцності [2]. 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% [3].

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 аграрно-економічному 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 захисного шару, утвореного геомодифікатором “Силікато-фулереновий склад для поверхонь тертя ТУУ 24.6-32350634-002:2011”.

Мета роботи полягала у формуванні та дослідженні захисного шару, утвореного геомодифікатором “Силікато-фулереновий склад для поверхонь тертя ТУУ 24.6-32350634-002:2011”.

Програма досліджень та обладнання. Програма досліджень включала такі етапи:

- виготовлення експериментальних зразків зі сталі 45 для лабораторних досліджень на машині тертя СМЦ-2 за схемою «диск-колодка» (рис.1);
- проведення лабораторних досліджень у змащувальному середовищі з метою утворення захисного шару на поверхні тертя.

Для проведення досліджень були підготовлені чиста олива (контроль) та суміш, надана замовником. Всього було



Рис. 1. Взаємне положення зразків при випробуваннях:
1 – колодка;
2 – диск (контртіло);
3 – оправка

проведено 4 експерименти. Для проведення досліджень використовували лабораторну установку – машину для дослідження на тертя та знос СМЦ-2, профілометр 296.

Режими випробувань були такі:

- лінійна швидкість ковзання колодки по контртілу, м/с – 0,785;
- тиск на зразок, МПа – 3...6;
- тривалість одного експерименту, год. – 3.

Процес тертя відбувався при зануренні контртіла 2 (рис.1) у масляну ванну. Шорсткість робочої поверхні контртіл перед випробуванням 0,735 мкм.

Під час процесу «нарощення» захисного шару фіксувалися коефіцієнт тертя та температура в околі контакту. Мікрофотографії отримані на мікроскопі МБИ-6 з використанням цифрового обладнання. Збільшення в 450 разів. Вибір режимів випробувань обґрунтовувався на основі аналізу режимів роботи більшості машин і механізмів. Температура змащувального середовища 80...90 °С.

Результати досліджень. В результаті лабораторних досліджень встановлено залежність коефіцієнта тертя f_{TP} від тривалості експерименту та температури в околі контакту T від навантаження P при експлуатації експериментальної суміші.

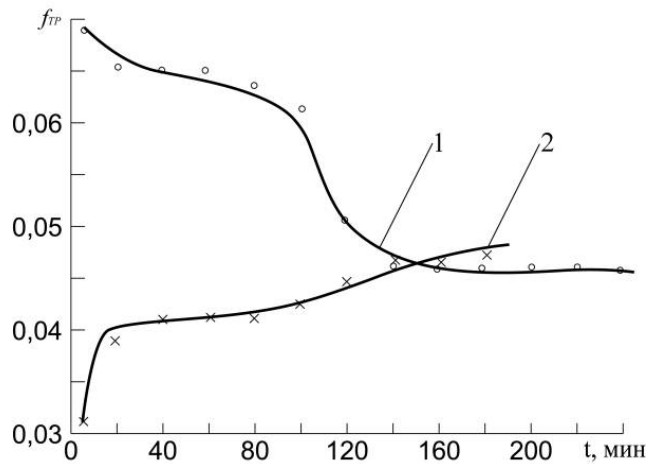


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта тертя f_{TP} від тривалості експерименту:
1 – експериментальна суміш; 2 – контроль (чиста олива)

Умови роботи: тиск $P = 6$ МПа; швидкість ковзання $V = 0,785$ м/с;
початкова температура змащувального середовища $T_{поч} = 22...24^{\circ}\text{C}$.

Як видно з рис.2 коефіцієнт тертя f_{TP} в момент пуску є різним: при використанні суміші він у 2,3 рази вищий, ніж при пуску трибосистеми в чистій оливі. Проте, з протіканням експериментів f_{TP} сильно знижувався і приблизно через 150 хв. стабілізувався на рівні 0,045. Стійка стабілізація даного показника вказувала на утворення захисного шару на робочих поверхнях.

У той же час при роботі трибосистеми у чистій оливі f_{TP} зростав і через 180 хв. роботи його зростання уповільнилося, але не припинилося. Очевидно, у даному випадку зростання температури (стабілізація при 82°C) призводило до зниження несучої здатності чистої оливи. Таким чином, можна припустити, що в даному випадку рідинне тертя приймає ознаки граничного. При граничному виді тертя збільшується зношування елементів трибосистем.

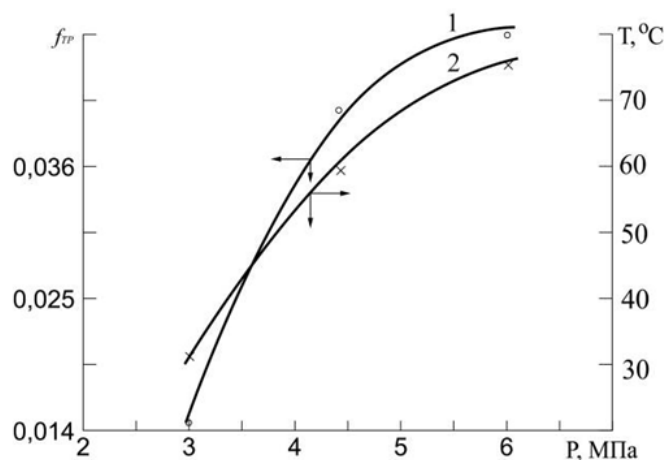


Рисунок 3 – Залежність коефіцієнта тертя f_{TP} (1) та температури в околі контакту T від навантаження P при експлуатації експериментальної суміші

Аналіз рис. 3 показує, що при використанні в трибосистемі «диск-колодка» експериментальної суміші, показники f_{TP} і T корелюють і однаково залежать від навантаження P – вони симбатні.

Проведено аналіз вигляду поверхні тертя зразків після випробувань в чистій оливі та сумішів, в результаті якого встановлено характерне забарвлення при роботі трибосистеми в чистій оливі, що може бути викликане наявністю присадок або частковим «пригаром» оливи. У випадках використання експериментальної суміші додатково виявлено характерні вкраплення темного кольору, що вказує на присутність додаткових елементів, яких не було в чистій оливі. Крім того, можна зробити припущення, що плівка має дискретний характер, а не суцільний.

Шорсткість робочих поверхонь після випробувань змінилася незначно $\pm 10\%$. Це пов'язано з коротким терміном випробувань зразків.

Висновки

1. Лабораторними випробуваннями отримано захисний шар на робочих поверхнях, утворений геомодифікатором «Силікато-фулереновий склад для поверхонь тертя ТУУ 24.6-32350634 -002:2011».

2. Встановлено, що використання вказаного геомодифікатора призводить до зниження коефіцієнта тертя (0,045) у порівнянні з чистою оливою (0,05 стабілізація не досягнута).

3. Шорсткість на всіх зразках змінилася незначно $\pm 10\%$ від початкового значення R_a . Це пов'язано з коротким терміном випробувань зразків.

4. Утворена за короткий термін випробувань зразків плівка має неоднорідну структуру: суцільні та дискретні ділянки.

Список літератури

1. Рамбли Н.Г. Нанотехнологии и молекулярные компьютерные системы [Текст] / Н.Г. Рамбли. – М.: Физматлит, 2007. – С. 180 – 181.

2. Костецкий Б.И. Трение и износ деталей машин [Текст] / Б.И.Костецкий // Труды первой научно-технической конференции. – М.: КИГВХ, 1956. – С. 149 – 153.

3. Основи трибології [Текст]: підручник / А.М.Антипенко, О.М.Белас, В.А.Войтов та ін.; за ред. В.А.Войтова. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 342 с.

4. Москаленко В.Ф. Нанонаука: стан, перспективи досліджень [Текст] / В.Ф.Москаленко, Л.Г. Розенфельд, І.С.Чекман, Б.О.Мовчан // Науковий вісник Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, 2008. – №4. – С. 19 – 25.

5. Пул Ч. Нанотехнологии [Текст] / Ч.Пул, Ф. Оуенс. // 2-е, дополненное издание. – М.: Техносфера, 2006. – С. 119 – 120.

Аннотация**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ, ОБРАЗОВАННОГО
СИЛИКАТО-ФУЛЕРЕНЫМ ГЕОМОДИФИКАТОРОМ**

**Деркач А.Д., Харченко Б.Г., Кабат О.С.,
Макаренко Д.А., Мищенко Г.Я.**

Изложены результаты лабораторных исследований защитного слоя, полученного геомодификатором «Силикато-фуллереновый состав для поверхностей трения ТУУ 24.6-32350634-002:2011». Установлено, что применение указанного геомодификатора приводит к снижению коэффициента трения в 2 раза.

Abstract**EXAMINING THE COVERING LAYER
FORMED BY THE SILICATE-FULLERENE GEOMODIFIER**

O. Derkach, B. Kharchenko, O. Kabat, D. Makarenko, G. Mishchenko

The results of the laboratory researches of the covering layer formed by geomodifier "Silicate-fullerene composition for the friction faces. TS of Ukraine 24.6-32350634-002:2011" are presented. It was found out that using the above mentioned geomodifier leads to reducing the index of friction 2 times.