

УДК 620.179.112
© 2014

**О.Д. ДЕРКАЧ,
Б.Г. ХАРЧЕНКО,
О.С. КАБАТ,**
кандидати технічних наук

**Д.О. МАКАРЕНКО,
Г.Я. МІЩЕНКО,**
наукові співробітники

ДОСЛІДЖЕННЯ
ТРИБОЛОГІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ
СИЛІКАТО-ФУЛЕРЕНОВОГО
ГЕОМОДИФІКАТОРА
ДЛЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ

*Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет–
Науково-виробнича фірма “Маскарт”,
Україна
E-mail: info@dsau.dp.ua*

Викладено результати лабораторних досліджень трибологічних властивостей захисного шару, утвореного силікато-фулереновим геомодифікатором. Встановлено, що використання геомодифікатора знижує коефіцієнт тертя у 2 рази.

Ключові слова: надійність, тертя, знос, випробування, силікато-фулереновий геомодифікатор, коефіцієнт тертя, шорсткість.

Однією з важливих задач технічного забезпечення агропромислового комплексу України є поліпшення експлуатаційних властивостей автотракторної та сільськогосподарської техніки за рахунок підвищення надійності та економічності. Надійність машин багато в чому обумовлена явищами тертя та зношування. Тертя викликає втрати енергії, перегрів механізмів, підвищення витрат пального. Зношування призводить до зміни розмірів деталей та інших геометричних параметрів, що є причиною порушення герметичності вузлів, зниження точності взаємного розташування деталей, у результаті чого виникають заклинювання, удари, вібрації.

У багатьох агрегатах застосовують різноманітні мастильні матеріали, основне призначення яких – зниження витрат енергії на подолання тертя. Крім цього, мастильні матеріали відводять тепло від поверхонь тертя деталей, продукти зносу, інші домішки із зони тертя, забезпечують захист від корозії.

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 в бік підвищених температур, тобто в зону підповерхневого шару, який через виникнення пластичних деформацій на поверхні контакту має найвищу температуру.

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 % [1].

ЗЕМЛЕРОБСЬКА МЕХАНІКА

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 сільськогосподарської техніки [2]. Одним із способів безрозбірного відновлення деталей є застосування силікато-фулеренових композицій, виготовлення яких стало можливим завдяки досягненням нанотехнологій [3–5].

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

Дослідниками Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету сумісно зі співробітниками науково-виробничої фірми “Маскарт” проведені дослідження трибологічних властивостей захисного шару, утвореного згаданим геомодифікатором.

Програма досліджень включала такі етапи:

- виготовлення експериментальних зразків зі сталі 45 для лабораторних досліджень на машині тертя СМЦ-2 за схемою “диск-колодка”;

- проведення лабораторних досліджень у змащувальному середовищі з метою утворення захисного шару на поверхні тертя.

Для проведення досліджень були підготовлені чиста олива та експериментальна суміш. Дослідження проводили на машині тертя

СМЦ-2. Шорсткість робочої поверхні зразків до та після випробувань вимірювали на профілометрі моделі 296. Режими випробувань:

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

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

Під час процесу “нарощення” захисного шару фіксували коефіцієнт тертя та температуру в місці контакту. Мікрофотографії отримані на мікроскопі МБИ-6 з використанням цифрового обладнання. Збільшення в 450 разів. Вибір режимів випробувань обґрунтовували на даних аналізу режимів роботи більшості машин і механізмів. Температура змащувального середовища 80–90 °С.

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті лабораторних досліджень встановлено залежності коефіцієнта тертя f_{mp} від тривалості експерименту та температури в місці контакту T від навантаження P при експлуатації експериментальної суміші. Графічна залежність коефіцієнта тертя від тривалості експерименту при навантаженні $P = 6$ МПа і початковій температурі змащувального середовища $T_{поч} = 22–24$ °С наведена на рис. 1.

Коефіцієнт тертя f_{mp} в момент пуску був різним: використання суміші підвищувало його у 2,3 раза порівняно з пуском трибосистеми в чистій оливі. Проте в процесі випробувань f_{mp} значно знижувався і приблизно через 150 хв стабілізувався на рівні 0,045. Стіяка стабілізація даного показника підтверджувала утворення захисного шару на робочих поверхнях.

Того ж часу при роботі трибосистеми у чистій оливі f_{mp} зростав і через 180 хв роботи уповільнювався, але не зупинявся. Очевидно, зростання температури (стабілізація при 82 °С) сприяло зниженню несучої здатності чистої оливи. Таким чином, можна припустити, що в даному випадку рідинне тертя набуває ознак граничного, коли збільшується

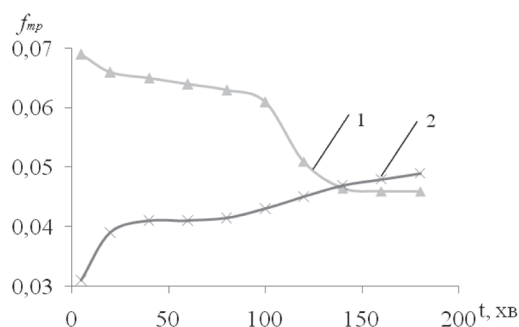


Рис. 1. Залежність коефіцієнта тертя f_{mp} від тривалості експерименту:
1 – експериментальна суміш; 2 – чиста олива

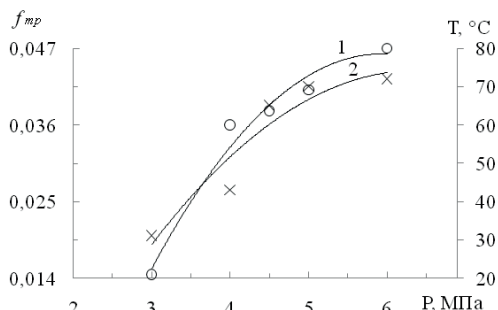


Рис. 2. Залежність коефіцієнта тертя $f_{тр}$ (1) та температури в місці контакту T (2) від навантаження P при експлуатації експериментальної суміші

ся зношування елементів трибосистем.

Аналіз рис. 2 свідчить про те, що при використанні в трибосистемі “диск-колодка”

експериментальної суміші показники $f_{тр}$ і T корелюють і однаково залежать від навантаження P . Шорсткість робочих поверхонь після випробувань змінилася незначно $\pm 10\%$, що пояснюється коротким терміном випробувань зразків.

Під час огляду поверхні тертя зразків після випробувань у чистій оливі та суміші, встановлено характерне забарвлення при роботі трибосистеми в чистій оливі, що може бути викликано наявністю присадок або частковим “пригаром” оливи. У разі використання експериментальної суміші додатково зареєстровано 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.

Висновки

1. Таким чином, у лабораторних випробуваннях отримано захисний шар на робочих поверхнях, утворений силікато-фулереновим геомодифікатором.

2. Використання геомодифікатора знижує коефіцієнт тертя в 2 рази.

3. Шорсткість на всіх зразках зміню-

ється незначно ($\pm 10\%$) від початкової величини R_a , що пов'язано з коротким терміном випробувань зразків.

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

Бібліографія

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

2. Балабанов В.И. Триботехнология в техническом сервисе машин / В.И. Балабанов, С.А. Иценко, В.И. Беклемышев. – М.: Изумруд, 2005. – 180 с.

3. Застосування фулереновмісних композицій при експлуатації та технічному сервісі сільгосптехніки / О.Д. Деркач, Б.Г. Харченко,

Д.О. Макаренко, Г.Я. Міщенко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – № 2. – С. 124–126.

4. Нанонаука: стан, перспективи досліджень / 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. Пула Ч. Нанотехнологии / Ч. Пула, Ф. Оуенса. – М.: Техносфера, 2006. – [2-е изд.]. – 260 с.

Рецензент – доктор технічних наук,
професор В.І. Дирда