

УДК 621.89.097.017:620.1.08 (045)

О.Ю. Сидоренко

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАНЬ ТРАНСМІСІЙНИХ МАСТИЛ З УРАХУВАННЯМ ВТОРИННИХ СТРУКТУР

Інститут екології та дизайну НАУ, e-mail: sidoral@mail.ru

Запропоновано методику випробувань трансмісійних мастил, яка надає можливість конструкторам трибосистем підбирати найбільш ефективні паливно-мастильні матеріали відповідно до умов їх роботи у вузлах трансмісії.

Вступ

Протягом останніх років, завдяки появі на вітчизняному ринку нових високоефективних мастил і присадок, головні триботехнічні споживчі характеристики мастил, а саме, протиспрацьовувальні й антифрикційні матеріали дуже складно правильно і швидко визначити за допомогою існуючих методик.

Найбільш поширеною методикою визначення протиспрацьовувальних властивостей паливно-мастильних матеріалів (ПММ) є методика за ДСТУ 9490 на чотиришариковій машині тертя.

Методика таких випробувань ґрунтується на терті ковзання однієї сталюї кульки по трьох нерухомих кулях протягом 60 хв у середовищі проби ПММ при певних навантаженнях та швидкостях тертя.

Але отримувана таким чином інформація про триботехнічні властивості ПММ дає лише порівняльну характеристику даної проби щодо відповідності технічним умовам саме цього мастила за середнім діаметром зносу і не дає можливості порівняти його з іншими мастилами протягом тривалого часу тертя.

Головними недоліками методики випробувань на чотиришариковій машині тертя є:

- неможливість відтворювати початкові умови випробувань, оскільки параметри поверхонь тертя куль, на яких проводяться випробування, мають різні параметри, навіть з однієї партії виготовлення;
- точковий контакт не такий поширений в техніці, як, наприклад, лінійний;
- неможливість випробувати протиспрацьовувальні властивості вторинних структур;
- антифрикційні властивості не визначаються коректно і т. ін.

Такі недоліки призводять до помилкового вибору більш ефективного мастила, тому пропонується використовувати нову методику, вдосконалену для коректних випробувань трансмісійних мастил [1].

Реальні умови роботи

Відповідальність за протиспрацьовувальні й антифрикційні властивості несуть вторинні структури, які утворюються при взаємодії мастильного середовища з матеріалами деталей трибосполучень [2; 3]. Визначення антифрикційних та протиспрацьовувальних властивостей вторинних структур потрібно проводити в декілька етапів [1]. Але різні класи мастил потребують різний час для утворення вторинних структур, а випробування необхідно проводити в умовах, які характерні для відповідного класу мастил, тобто використовувати різні методики, а саме: змінювати кількість етапів, навантаження, швидкість ковзання рухомого контрзразка по нерухомому зразку.

При випробуваннях потрібно підтримувати робочу температуру мастила. Це пов'язане з тим, що тепловідвід на стенді випробування кращий, ніж в реальних умовах, а в'язкість – більша за реальну.

Методика випробувань

Ковзання створюється обертанням ролика (контрзразка), закріпленого перпендикулярно нерухомому плоскому зразку, тобто контакт контрзразка зі зразком відбувається по твірній циліндра контрзразка. Доведений до шорсткості, яка визначається і перевіряється лазерним скануючим профілографом-профілометром, зразок розташовується в камері, що заповнюється мастильним середовищем, протиспрацьовувальні властивості якого потрібно визначити. Зразок, контрзразок і всі деталі кріплення промиваються розчинником (ацетоном) і висушуються. При випробуваннях швидкість обертання контрзразка підтримується постійною і дорівнює швидкості тертя ковзання в реальних вузлах трансмісії (0,6–1,0 м/с). Осьове навантаження підводиться з певним прискоренням і підтримується на заданому рівні 230 Н, що становить 2000 МПа. Критерієм зносу є середня глибина доріжки тертя на нерухомому зразку. Параметри зношення вимірюються лазерним скануючим профілографом-профілометром ЛСПП.

Після випробувань отримані дані заносять у таблицю.

Динаміка зношування в тому чи іншому середовищі визначається побудовою графіка (рис. 1).

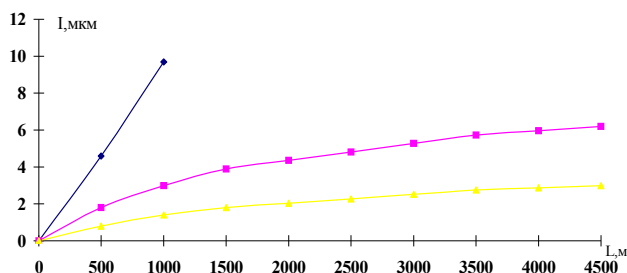


Рис. 1. Залежність зносу нерухомого зразка від шляху тертя:

Утворені вторинні структури вивчаються лазерним аналізатором хімічного складу для визначення інтенсивності їх утворення за час випробувань по електронних спектрах.

У таблиці наведено результати випробувань трансмісійних мастил ТМ-5-18, МС-8П, "DEVON".

Величина зносу I, мкм

Середовище	Шлях тертя L, м					
	500					3000
ТМ-5-18	6,6	6,1	5,6	5,5	5,5	14
МС-8П	1,8	1,7	1,5	1,4	1,4	2,3
"DEVON"	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	1,2

Зі збільшенням в'язкості інтенсивність зношування зменшується, тобто відбувається гідродинамічний ефект. При цьому інтенсивність зношування протягом другого–четвертого етапів у високомолекулярних вуглеводневих мастилах (МС-8П, МС-20) не є сталою величиною, а зменшується в часі. Це свідчить про утворення на поверхнях тертя вторинних структур, які в подальшому впливають на інтенсивність зношування за рахунок їх взаємодії з трибохімічно зміненим середовищем. На третьому–четвертому етапах величина зносу стає майже однаковою, а на четвертому–п'ятому зрівнюється до величини похибки приладу вимірювання, що свідчить про утворення стабільних продуктів тертя і оптимальної шорсткості, які за даних умов (швидкість ковзання, навантаження) починають працювати в експлуатаційному режимі, тобто період приробки поверхонь в трансмісійних мастилах довше, ніж у моторних. Про утворення вторинних структур свідчить пофарбованість фактичних поверхонь тертя, колір яких і інтенсивність після роботи в різних середовищах різна.

На відміну від існуючих методик розроблена методика випробувань мастил дає можливість діагностування мастильної здатності матеріалів. Це досягається, перш за все, за допомогою поетапного випробування ПМ.

На першому етапі на поверхні тертя контрзразка напрацьовуються вторинні структури, що утворюються на стадії обкатки [1; 3].

На другому етапі проводяться випробування утворених вторинних структур у взаємодії з трибохімічно зміненим середовищем.

Саме протиспрацьовувальні та антифрикційні властивості вторинних структур визначають ефективність роботи трибосистеми.

Для того, щоб провести коректні випробування і оптимізувати триботехнічну ефективність вузла тертя, необхідно максимально приводити умови випробувань до умов тертя в реальному вузлі тертя.

Найбільш відповідальним етапом трибологічних випробувань є етап відтворення початкових умов випробувань:

- максимального відтворення конструкційних матеріалів за фізико-хімічними і механічними властивостями (хімічний склад, твердість та ін.);
- максимального відтворення геометрії контакту, кінематики тертя, геометричного стану поверхонь тертя;
- відтворення швидкості навантаження та прискорення на етапі виходу трибосистеми до сталих значень швидкості випробувань і навантаження.

Крім цього, необхідно забезпечувати коректне вимірювання величини зносу за критерієм, максимально близьким до значення маси або обсягу зношеного матеріалу, температури граничного шару мастильного середовища та сили тертя – найважливіших параметрів трибосистеми, які характеризують її енергоємність. Особливістю вимірювання сили тертя є те, що відомі випробувальні системи порушують контакт трибосистеми, чим власне порушуються умови випробувань, що недопустимо.

Випробування мастил потрібно проводити за схемою, зображеною на рис. 2.

Алгоритм порівняльних випробувань з урахуванням реальних умов роботи трансмісійних мастил

Виробник визначає, з якою метою було зроблено мастило, тобто, до якого класу воно належить, яка програма випробувань необхідна для визначення триботехнічних властивостей мастила.



Рис. 2. Алгоритм вирішення завдань щодо проведення випробувань мастил

В існуючій базі даних знаходять мастила подібного класу і для порівняння з новим мастилом вибирають краще з існуючих.

Далі визначають вузли тертя, в яких буде використовуватися нове мастило, початкові умови тертя, в яких буде працювати мастильне середовище в реальному вузлі тертя (швидкість ковзан-

ня, осове навантаження, параметри просторової мікрогеометрії поверхонь тертя та ін.)

Результати випробування нового мастила, яке спочатку проводиться за стандартною методикою для зазначеного класу мастил, порівнюються з результатами випробувань кращого з існуючих мастил. Після цього за наведеним алгоритмом відтворюються геометричні параметри поверхонь тертя, початкові умови тертя, проводиться випробування нового і кращого з існуючих мастил, результати яких порівнюються, і робляться висновки щодо триботехнічних характеристик нового мастила і доцільності його використання у вузлі тертя.

Висновки

Розроблена методика дозволяє визначити порівняльну ефективність трансмісійних мастил з урахуванням гарантійного утворення вторинних структур і експлуатаційних умов їх роботи, розробити нові високоефективні мастила шляхом оптимізації концентрацій присадок спеціального призначення, ідентифікувати товарні трансмісійні мастила за їх головними споживчими протиспрацьовувальними й антифрикційними властивостями, провести вибір конструкційних матеріалів трибосистем, найбільш ефективних при роботі у визначеному мастилі, встановити вимоги до якості поверхонь трибосистем.

Список літератури

1. *Стельмах О.У., Сидоренко О.Ю., Костюник Р.Є.* Методика ідентифікації ГСМ по противоизносным и антифрикционным свойствам с учетом реальных условий их работы // Технологические системы. – К. – 2002. – №3. – С. 96–101.
2. *Крагельский И.В.* Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 72.
3. *Дроздов Ю.Н.* Трение и износ в экстремальных условиях. – М.: Машиностроение, 1986. – С. 114.

Стаття надійшла до редакції 20.09.04.

А.Ю. Сидоренко

Особенности методики испытаний трансмиссионных масел с учетом вторичных структур

Предложена методика испытаний трансмиссионных масел, которая дает возможность конструкторам трибосистем подбирать наиболее эффективные горюче-смазочные материалы применительно к условиям их работы в узлах трансмиссии.

A.Yu. Sidorenko

Features of a technique of tests of transmission oils in view of secondary structures.

The developed method, as against existing, enables designers of tribosystems select the most effective Petroleum Products, with reference to conditions of their work in units of transmission.