

Диха О.В., д.т.н.

Хмельницький національний університет, м. Хмельницький

СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ ЗМАЩУВАННЯ КУЛЬОВИХ ОПОР ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ

Запропоновано конструкцію випробувального стенда для досліджень зносостійкості деталей кульових опор автомобіля та проведено порівняльні дослідження трибологічних властивостей двох типів пластичних мастил.

Вступ

Підвищення довговічності виробів машинобудування досягається не тільки застосуванням нових матеріалів, покриттів, вдалим конструюванням вузлів тертя, але й, в значній мірі, правильним вибором змащувального матеріалу. Під час вибору мастила найдостовірніші дані дають експлуатаційні випробування, проте вони є тривалими і дорогими. Тому поширені також раціональні лабораторні й стендові випробування. Лабораторні випробування мастильних матеріалів проводять для визначення фізико-механічних або службових властивостей.

Пластичні мастила в номенклатурі вживаних мастильних матеріалів отримали найбільше розповсюдження. Пластичні мастила — це густі мазеподібні продукти, до складу яких входять: основа — масло, загусник — мила, тверді вуглеці та різні добавки (присадки). Відмінною особливістю пластичних мастил є те, що вони здатні залежно від умов роботи володіти властивостями як твердих, так і рідких речовин. Під дією невеликих навантажень мастила поведуться як тверде тіло, можуть утримуватися на вертикальних і похилих поверхнях. Під час дії великих навантажень мастила працюють як рідина, володіють текучістю. Ефективним застосуванням пластичних мастил є вузли тертя автомобілів: кульові шарніри, підшипники та інші.

Аналіз досліджень і публікацій

Випробування мастильних матеріалів є одним з основних етапів оцінки придатності для роботи у вузлах тертя. Дослідження характеристик мастильних матеріалів на моделях чи в натурних умовах дає багатий матеріал для аналізу і вибору найкращого варіанта. Якість мастильного матеріалу в цьому випадку можна оцінювати на основі його експлуатаційних властивостей, найважливішими з яких є антифрикційні, протизносні й протизадирні властивості. Важливе значення мають дослідження мастил при нових розробках. Найбільшого поширення набули дослідження мастил на конструктивно нескладних машинах тертя із застосуванням зразків, що мають просту геометричну форму [1-7]. Як зразки можуть бути використані кулі, циліндри, прямокутні призми, ролики і т. ін. Для оцінки мастильної здатності мастил на машинах тертя такого типу використовують нижченаведені показники:

1. Коефіцієнт тертя. Цей показник має велике значення для мастил, призначених для змащення механізмів, з погляду енергетичних втрат на тертя.

2. Навантаження заїдання. Навантаження заїдання характеризує властивості мастил і матеріалів у визначених умовах контактування. Це те мінімальне навантаження в даних умовах дослідів, при якому відбувається руйнування граничної масляної плівки у всій зоні контакту. Чим вище навантаження заїдання для мастила в даних умовах дослідів, зроблених на одній машині тертя, тим краще мастильна здатність мастила, тобто стійкість масляної плівки, та її здатність захищати поверхні від заїдання і зносу.

3. Критичну температуру масляної плівки. Вона характеризує мінімальну температуру, за якою для даного сполучення мастила і матеріалів поверхонь тертя відбувається руйнування граничного мастильного шару. Чим вище критична температура, тим більше навантаження витримує комбінація мастила і матеріалу в парі тертя без заїдання й пошкодження поверхонь.

4. Знос поверхонь тертя. Крім зазначених вище параметрів важливою характеристикою мастила є здатність протистояти зносу поверхонь тертя. Тому що на знос впливає кожний з перерахованих вище параметрів, то він є якби підсумовуючою характеристикою мастила.

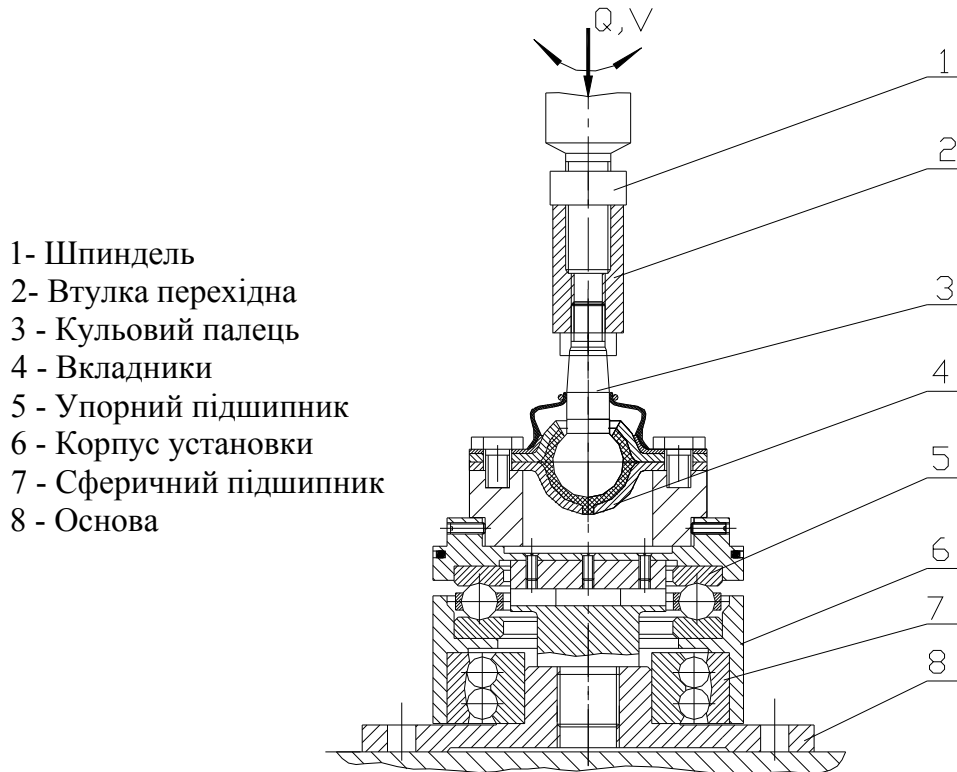
У сучасних умовах, коли значно збільшилась номенклатура виробляємих мастил та присадок до них, а також розширилась сфера їх застосування, указані показники вже не можуть дати вичерпну характеристику трибологічних властивостей мастил у всіх можливих умовах експлуатації. Так, зокрема, важливим стає фактор швидкості ковзання, який часто не враховують під час проведення випробувань мастил. Більшість існуючих конструкцій чотирикулькових машин тертя не передбачає безступінчастої зміни швидкості ковзання в широкому діапазоні. До недоліків існуючих конструкцій слід також віднести складність проміжних вимірювань зносу нижніх шарів без розбирання робочого вузла.

Постановка завдання

Оцінка існуючих підходів до дослідження працездатності вузлів тертя в умовах граничного змащування вказує на потребу створення і вдосконалення методів випробувань і випробувального обладнання з метою більш достовірного прогнозування їх довговічності та надійності. У даній роботі представлена конструкція стенда для випробувань кульових опор автомобіля, методологія та результати випробувань їх змащування.

Конструкція випробувального стенда

Машину тертя змонтовано на базі свердлувального верстата. Для приводу обертання шпинделя використаний двигун постійного струму типу П22У4, з номінальною частотою обертання 1500 об/хв, потужністю 1 кВт, із змішаним збудженням. Блок живлення, який складається з випрямляча постійного струму і автотрансформатора, дозволяє плавно регулювати частоту обертання двигуна від номінальної до нуля. Між двигуном і шпинделем встановлено кривошипно-шатунний механізм, що дозволяє задавати досліджуваному зразку зворотно-обертальний рух. Основним вузлом машини тертя є робочий вузол, конструкцію якого представлено на рис. 1. У шпинделі верстата 1 через перехідну втулку 2 встановлюється досліджуваний кульовий палець 3. У нижній частині вузла тертя 6 змонтовано опору для встановлення вкладників 4 шарового пальця. Виключення перекосів та самовстановлення під час випробувань забезпечується радіальним сферичним дворядним шарикопідшипником 7 типу 1309 ГОСТ 5720-75. Для сприйняття осьових навантажень та можливості вимірювання коефіцієнта тертя використовується шариковий упорний однорядний підшипник 5 типу 8118 ГОСТ 6874-75. Увесь вузол базується і закріплюється на столі машини тертя за допомогою основи 8. Кульовий палець навантажується через шпиндель за допомогою важільної системи з передаточним відношенням $k = 3,25$.

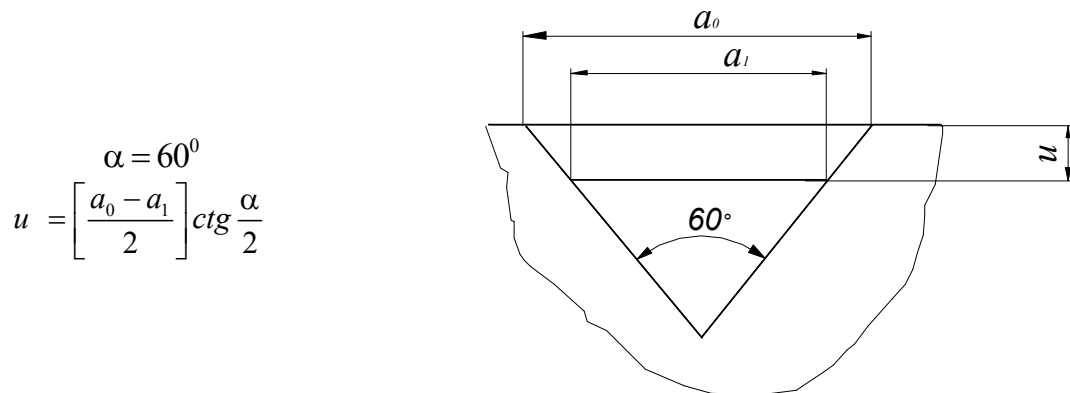


- 1- Шпиндель
- 2- Втулка перехідна
- 3 - Кульовий палець
- 4 - Вкладники
- 5 - Упорний підшипник
- 6 - Корпус установки
- 7 - Сферичний підшипник
- 8 - Основа

Рис.1. Робочий вузол випробувальної установки

Для виміру температури мастила в зоні тертя застосовується термометр ЕТП-М, який працює за методом одинарного невірноваженого моста постійного струму. Чутливий вимірювальний елемент термометра при цьому розміщується через центральний отвір в опорі під нижніми вкладниками. Таким чином, під час випробувань є можливість постійного контролю температури мастила в зоні випробувань.

Для вимірювання величини зони використовувався метод штучних баз. На робочу поверхню зразка наносилась риска (рис. 2) конічного профілю з кутом 60° . Для вимірювання ширини риски зносу $a(a_0)$ на вкладниках використовувався мікроскоп МПБ-2 з ціною поділки $0,05$ мм. Лінійна величина зносу u розраховувалась за формулою (рис. 2).



$$u = \left[\frac{a_0 - a_1}{2} \right] \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

Рис. 2. Схема вимірювань зносу

Методика і результати стендових випробувань шарових шарнірів

Вихідні дані:

- матеріал кульового пальця : сталь 40Х;
- матеріал вкладника: пластмаса;
- відносна швидкість ковзання: $V = 0,045$ м/с;
- навантаження на кульовий палець: $N = 350$ Н.

Випробувались два види пластичних мастильних матеріалів:

1. Солідол С з характеристиками:

- температура застигання $t_3 \leq -30^0$;
- температура застосування $t = 20^0$;
- протизадирні та антифрикційні властивості:

$$P_k = (550...900)H; P_{3\theta} = (1750...2500)H.$$

2. Літол 24 з характеристиками:

- температура застигання $t_3 \leq -30^0$;
- температура застосування $t = 20^0$;
- протизадирні та антифрикційні властивості:

$$P_k = (630...800)H; P_{3\theta} = (1600...2240)H.$$

Критичне навантаження P_k характеризує границю несучої здатності мастильного матеріалу [3]. Критичним вважають навантаження, за якого середній діаметр плям зношування сферичних зразків перебуває в межах значень граничного зношування для даного навантаження.

Навантаження зварювання $P_{3\theta}$ [3] — найменше навантаження, за якого відбулася автоматична зупинка машини тертя внаслідок критичного зростання моменту тертя або зварювання зразків. Чим більша величина $P_{3\theta}$ у мастильному середовищі, тим більший діапазон працездатності й вищі протизадирні властивості мастильного матеріалу.

Результати вимірів і розрахунків величини зносу вкладників кульової опори представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати випробувань і розрахунку зносу

t, хв	10	30	60	90	100
Солідол С					
a, мм	1,5	1,4	1,35	1,3	1,25
u, мм	0,043	0,129	0,173	0,216	0,259
Літол 24					
a, мм	1,45	1,4	1,35	1,3	1,25
u, мм	0,043	0,086	0,131	0,173	0,215

Нижче представлено графічну інтерпретацію результатів випробувань зносостійкості вкладників кульової опори автомобіля ВАЗ під час використання різних мастильних матеріалів.

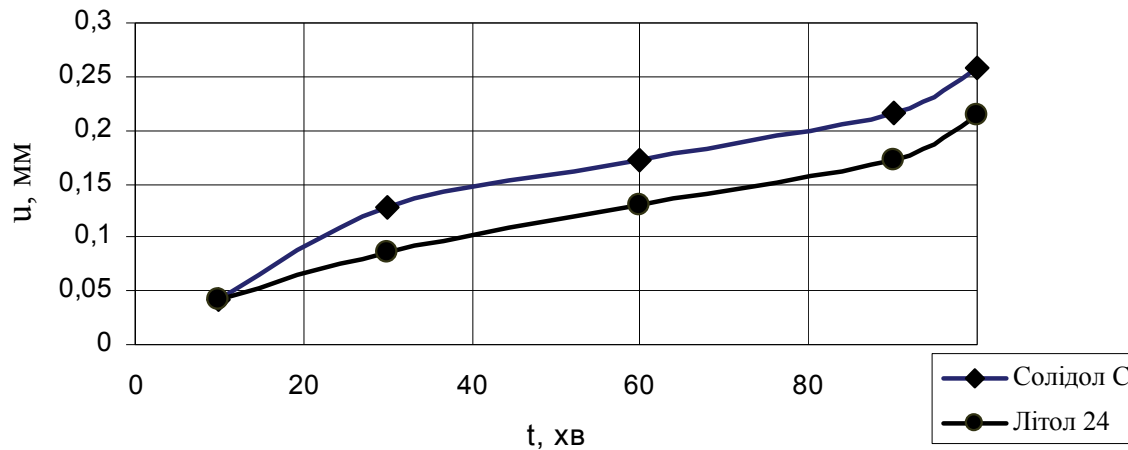


Рис.3. Графічна інтерпретація результатів випробувань

Аналіз результатів випробувань показує на кращу зносостійкість базового матеріалу вкладників шарової опори автомобіля ВАЗ під час використання мастила Літол 24.

Висновок

Запропоновано конструкцію випробувального стенда для досліджень зносостійкості деталей кульових опор автомобіля та проведено порівняльні дослідження трибологічних властивостей двох типів пластичних мастил.

Список літератури

1. Справочник по триботехнике. Т. 3. Триботехника антифрикционных, фрикционных и сцепных устройств. Методы и средства триботехнических испытаний; под ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. — М.: Машиностроение, 1992. — 730 с.
2. Матвеевский Р.М. Четырехшариковая машина ИМАШ для испытания смазочных масел / Р. М. Матвеевский, П.С. Богатырев, М.М. Хрущев // Трение и износ в машинах. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. — Вып. 9.
3. Матвеевский Р.М. Смазочные материалы. Противоизносные и антифрикционные свойства. Методы испытаний: справочник / Р.М. Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.А. Буяновский. — М., 1989.
4. Матвеевский Р.М. Машина МАСТ-1 для испытания материалов при трении в условиях смазки и без смазки / Р.М. Матвеевский. — М.: ВНИИМаш, 1965.
5. А.с. 970190 СССР, МКИ G 01 N 3/56. Способ оценки противоизносных свойств смазочных материалов на четырехшариковой машине трения / В.А. Михеев, К.А. Семенов // Бюл. — 1982. — № 40.
6. Диха О.В. Спосіб визначення коефіцієнта тертя змащених поверхонь / О.В. Диха, А.Г. Кузьменко // Проблеми трибології. — 2003. — № 1. — С. 136-139.
7. Диха О.В. Пристрій для вимірювання характеристик тертя змащених поверхонь / О.В. Диха, В.І. Мокрицький // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2002. — № 2. — С. 17-20.

Рецензент: д.т.н., проф., О.П. Мельникова, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»;
д.т.н., проф., О.П. Кравченко, ВСНУ ім. В. Даля

Стаття надійшла до редакції 13.12.10
© Диха О.В., 2010