

УДК 620.178.16.004

ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЛІЙ БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Журавель Д.П., к.т.н.,

Юдовінський В.Б., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-54

Анотація - робота присвячена встановленню впливу триботехнічних властивостей рослинних олій на зношування пар тертя.

Ключові слова – рослинні олії, йодне число, наводнення, коефіцієнт тертя.

Постановка проблеми. Забезпечення енергетичної незалежності держави є стратегічним завданням підвищення рівня життя суспільства в цілому.

Розвиток науки і техніки показав, що надійне і довговічне використання машин та устаткування може бути вирішене шляхом комплексного розгляду питань хімотології і триботехніки, в яких розглядаються питання як раціонального використання паливно-мастильних матеріалів (ПММ) так і зменшення зносу пар тертя.

В результаті щорічного зростання енергетичних засобів в народному господарстві перед людством виникло завдання пошуку альтернативних джерел енергії.

На сьогоднішній день дуже актуальним питанням є застосування ПММ біологічного походження. Проте для вирішення цього питання необхідно вирішити цілий ряд завдань, починаючи від виробництва і переробки біосировини і закінчуючи обґрунтованим його застосуванням для експлуатації сільськогосподарської техніки.

Практична реалізація даних завдань для транспорту, енергетичного устаткування та інших інженерних технічних рішень вимагає комплексних і взаємозв'язаних відомостей і рекомендацій по теоретичним питанням надійності, хімотології, триботехніки, інженерним методам розрахунку і випробуванні матеріалів і вузлів тертя, створень ефективних конструкційних і змашувальних матеріалів для надійного функціонування вузлів і агрегатів сільськогосподарської техніки. Тому дана проблема є актуальною і важливою для ефективного розвитку

народного господарства України.

Аналіз останніх досліджень. Будь-які олії на основі вуглеводнів містять різні види меркаптанів, зокрема – бензилмеркаптан. Підвищення концентрації меркаптанів в оліях погіршує протизносні властивості матеріалів деталей трибоспряджень[1-3]. Це пояснюється двома причинами:

1. Розвитком в зоні тертя корозійних процесів, сприяючих підвищенню зносу вже при порівняно невисоких температурах.

2. Зниженням міцностних характеристик поверхневих шарів металів при збільшенні на їх поверхнях кількості адсорбованих молекул меркаптану.

Разом з позитивними якостями меркаптани мають недоліки, оскільки викликають підвищену корозію деталей паливних систем, що містять мідь.

Погіршення протизносних властивостей із збільшенням вмісту меркаптану пов'язане не тільки з перерахованими причинами, а також з тим, що меркаптани при розкладанні виділяють вільний водень. При невеликому вмісті меркаптанів водень витрачається на відновлення оксидів і інших продуктів корозії, присутніх на поверхнях тертя, а при підвищеному вмісті водень, взаємодіючи із сталевим контртілом, сприяє розвитку водневого зносу.

Формулювання цілей статті. Метою статті є встановлення впливу триботехнічних властивостей рослинних олій на зношування деталей пар тертя.

Основна частина. Із всього різноманіття рослинних олій, які виробляються в Україні, найбільшого поширення одержали касторова, рапсова і соняшникова олія. Деякі основні хімотологічні показники рослинних олій наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Деякі основні хімотологічні показники рослинних олій

Показник	Найменування олії		
	Касторова	Рапсова	Соняхова
Густина при 15 °С, г/см ³	0,962	0,911...0,918	0,924
Температура застигання, °С	-18...-10	-10...-4	-19...-16
Йодне число	84...88	94...106	127...136
Дистиляційне число	33,5	36,5	25

Одним з основних показників рослинних олій є йодне число. Йодне число - умовна величина, тобто число грамів йоду, еквівалентного галогену, що приєднався до 100 г досліджуваного жиру, вираже-

ним у відсотках йоду.

Масла з високим йодним числом і низькою температурою плавлення понад усе підходять для виробництва біодизеля, для застосування його при експлуатації мобільної техніки з холодним кліматом. Дослідження, направлені на розробку зимового біодизельного палива, особливо актуальні для північних країн, таких як Росія, Канада і країни Скандинавії. Проте варто відзначити, що при тривалому зберіганні збільшується ризик автоокислення і полімеризації пального в щільну каучукоподібну масу. Отже, біодизель з високим йодним числом не підлягає тривалому зберіганню, а для збільшення терміну зберігання бажано вводити антиоксиданти.

Олії і ефіри з низьким йодним числом (з касторової олії, тваринного жиру і т. п.) мають вищі цетанові числа і, отже, більший енергетичний потенціал. Однак олії з низьким йодним числом мають високі температури плавлення і нерідко тверднуть вже при температурах вище кімнатної. Ця властивість відбивається на температурах помутніння, забивання фільтру, що накладає обмеження на їх використання як пального на всі сезони, окрім літнього.

Одержані метилові ефіри (МЕ) і етилові ефіри (ЕЕ) для виробництва біодизеля з масел з високим вмістом поліненасичених жирних кислот (високим йодним числом) мають температуру загушення - 10 °С або нижче. При додаванні їх в біопаливо в кількості 5% температура загушення палива В5 буде становити -25°С. Цього достатньо для експлуатації автотранспорту зимою в країнах континентальної Європи, але не достатньо для експлуатації в Росії та Україні. З іншого боку, із зростанням ненасиченості знижується теплотворна здатність біодизеля, а метилові ефіри поліненасичених кислот більш схильні до автоокислення і полімеризації.

Теплотворна спроможність біодизельного палива на одиницю маси, як правило, на 9-13% нижче, ніж у звичайного дизпалива. При використанні біодизеля потужність дизельного двигуна знижується на 5-8%. Зниження крутного моменту з переходом на біодизель помітніше при низькій швидкості руху транспортного засобу. Так, при 1700 об/хв він нижче на 5%, а при 1300 об/мин - тільки на 3%. Димність вихлопу для біодизеля В100 в середньому на 75% нижче, ніж для звичайного дизпалива.

Густина біодизеля (0,89-0,92 г/см³) вище, ніж густина дизпалива з нафти (0,86г/см³). Густина біодизеля різного походження практично однакова, за винятком біодизеля з касторової олії, для якої вона рівна 0,92 г/см³.

Зольність - показник наявності в паливі металів і кремнійових з'єднань. Висока зольність може бути причиною підвищеного зносу і засмічення інжекційної системи двигуна, а також нагароутворення.

Особливої різниці в експлуатаційних характеристиках між МЕ і ЕЕ не виявлено, тому при виборі агента етерифікації, в основному, керуються економічними міркуваннями.

Триботехнічні дослідження рослинних олій проводилися на чотирьохкульковій машині тертя МАСТ-1 (рис. 1) по методиці згідно ГОСТ 9490-75. Частота обертання верхньої кулі 1460 хв^{-1} , тривалість кожного випробування 10 с. Кулі виготовлені із сталі ШХ 9, твердістю 60-62 HRC. Температура олії $292 - 294 \text{ }^\circ\text{K}$.



Рис. 1. Загальний вигляд машини тертя МАСТ-1 для триботехнічних випробувань олій.

Оціночними показниками протизносних властивостей олій служили величини діаметрів плям зношування – $d_{\text{зн.ср}}$, які були заміряні після закінчення випробувань. В кінці кожного експерименту вимірювали силу тертя, що виникає в зоні контакту куль (за допомогою тензOMETрического динамометра, закріпленого з нижньою чашкою машини тертя), підсилювача ТА-5 і стрілочного мікроамперметра М-266М. Потім силу тертя перераховували у величину коефіцієнта тертя – f , що служив оцінним показником антифрикційних властивостей олій.

Протизадирні властивості рослинних олій оцінювалися по величині критичного навантаження, навантаження зварювання і індексу задиру.

За даними випробувань рослинних олій відповідно ГОСТ 9490-75 визначали величини індексу задиру I_3 та критичного навантаження $P_{\text{кр}}$.

Виходячи з величини йодного і дистиляційного чисел, можна зробити висновок про те, що рапсове масло має задовільну схильністю до загушення і полімеризації.

Рапсове масло є найбільш придатним для використання його, як дисперсійного середовища при виготовленні пластичних мастил.

Графічні залежності коефіцієнтів тертя від величини вісьового навантаження наведені на рисунку 2.

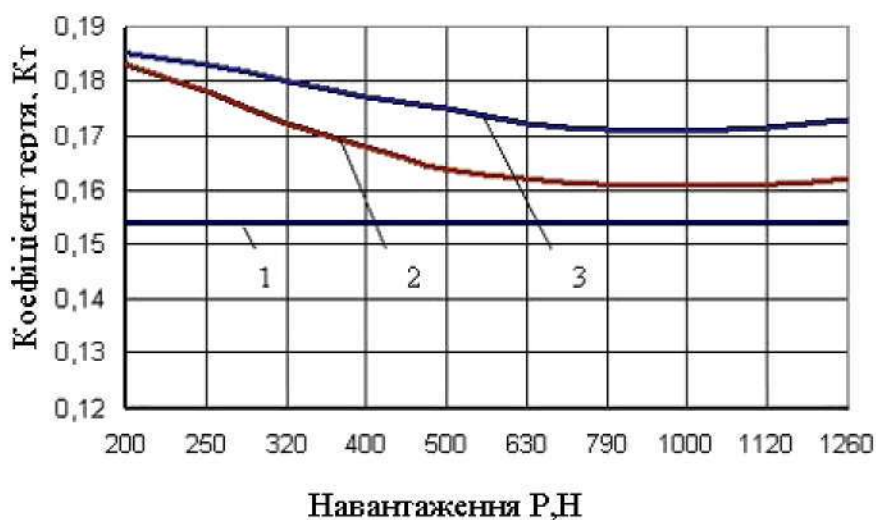


Рис. 2. Залежності коефіцієнтів тертя від величини вісьового навантаження для різних рослинних олій: 1- касторова, 2- рапсова, 3- соняшникова.

Однак, для прогнозування ресурсу необхідно знати не коефіцієнт тертя K_t , а коефіцієнт зносу K_U . Для цього були проведені попередні дослідження зношування матеріалів деталей трибоспряження вал-втулка в середовищі нафтової олії, які дозволили одержати залежність коефіцієнтів зносу матеріалів пар тертя від коефіцієнтів тертя. Эта залежність для матеріалів сталь 45 закалкою до 56-58 HRC і бронзи Бр ОСЦ 6-3-3, наведена на рисунку 3.

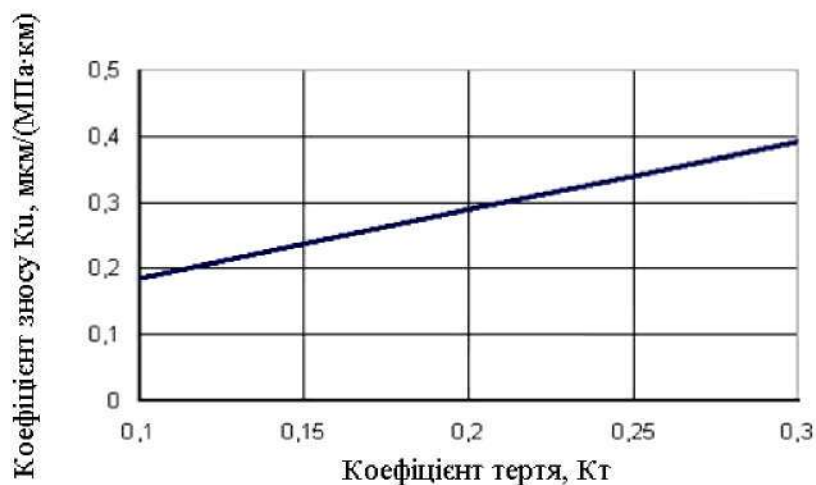


Рис. 3. Залежність коефіцієнтів зносу K_U від коефіцієнтів тертя K_t .

Вплив коефіцієнту тертя на коефіцієнт зносу описується емпіричною залежністю:

$$K_U = 1,04K_T + 0,081, \frac{\text{мкм}}{\text{МПа} \cdot \text{км}}$$

Ця залежність дозволила одержати значення коефіцієнтів зносу K_U для різних рослинних олій при різних навантаженнях пар тертя.

Для рапсової і соняшникової олій мінімальний знос деталей пар тертя спостерігається при навантаженнях від 800 до 1000 Н.

В ході досліджень встановлено, що кращу стійкість до зношування мають матеріали, що працюють в середовищі касторової олії. Крім того, знос в середовищі касторової олії практично не залежить від навантаження сполучення (рис. 4).

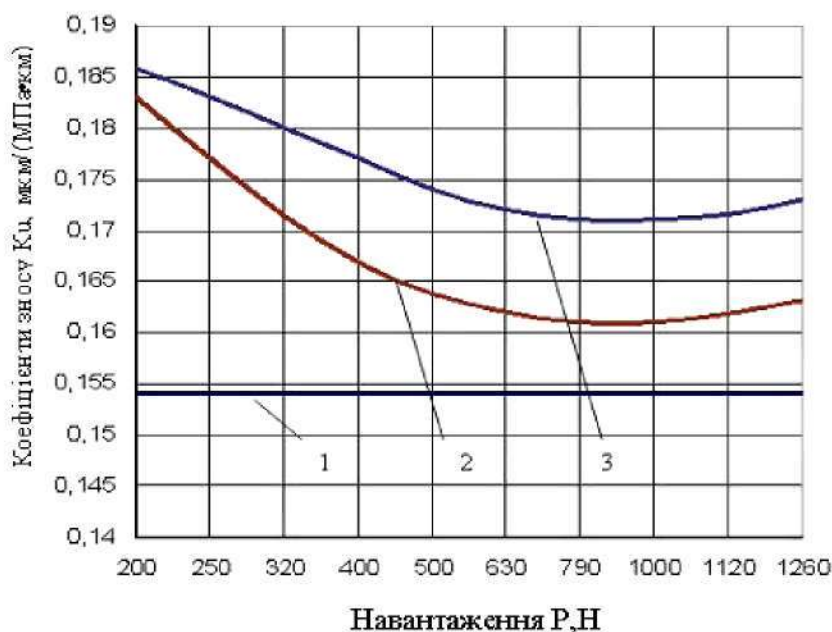


Рис. 4. Залежність коефіцієнтів зносу матеріалів пар тертя від навантаження, що працюють в середовищі різних рослинних олій: 1 - касторове, 2 - рапсове, 3 - соняшникове.

Висновки. 1. Отримані коефіцієнти зносу можуть бути використані для прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на ПММ біологічного походження;

2. Дослідження показали, що кращу стійкість до зношування мають матеріали, що працюють в середовищі касторової олії, крім того, знос в середовищі касторової олії практично не залежить від навантаження пар тертя. Однак вони мають низьке йодне число, що впливає на температуру плавлення, температуру помутніння, забивання

фільтрів і т.п. , що обмежує їх використання для виробництва пального на всі сезони, окрім літнього;

3. Рапсова олія є найбільш придатною для використання при виготовленні пластичних мастил і має найнижчі показники коефіцієнта зносу.

Література

1 Журавель Д.П. Прогнозування ресурсу трибоспряджень мобільних сільськогосподарських агрегатів / Д.П. Журавель, В.Б. Юдовинський, С.В. Кюрчев // Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - Вип. 75, Харків, ХНТУСГ. – 2008. – С. 11-22.

2. Журавель Д.П. Моделювання хімотологічних та триботехнічних процесів в спряженнях тертя / Д.П. Журавель, В.Б. Юдовинський // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2007. – Вип. 7, т 3. – С.30-38.

3. Юдовинский В.Б. Обоснование комплексного показателя износостойкости материалов / В.Б. Юдовинский, Д.П. Журавель, К.Г. Петренко // Научные труды ТДАТА. - Мелитополь, 2006. - Вып.42.- С.15-20.

4. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах / Б.И. Костецкий. - "Техніка", 1970. - 396 с.

5. Стандарт Украины на топливо дизельное ДСТУ 3868-99.

6. Европейский стандарт на биодизель EN14214:2004 (E).

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАСЕЛ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Журавель Д. П., Юдовинский В.Б.

Аннотация - работа посвящена влиянию триботехнических свойств растительных масел на изнашивание деталей сопряжений.

TRIBOTECHNIQUES PROPERTIES OF BUTTERS OF BIOLOGICAL ORIGIN

D. Juravel., V. Judovinsky,

Summary

Work is devoted influence of tribotechniques properties of vegetable butters on the wear of details of interfaces.