

УДК 621.891

**ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ И
РЕСУРСА ТРИБОСИСТЕМ ДВУХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ
БЕНЗОПИЛЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Войтов В.А., д.т.н., проф., Сысенко И.И., аспирант

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенко)*

В работе выполнено физическое моделирование по оценке скорости изнашивания и ресурса трибосистем двухтактного двигателя при

использовании в качестве моторного масла рапсового и подсолнечного масел с присадкой. Показано увеличение ресурса двигателя по сравнению с минеральным, полусинтетическим и синтетическим маслом.

Актуальность. Требования по снижению выброса вредных веществ в атмосферу в процессе работы двигателей внутреннего сгорания, а также снижения техногенной нагрузки на окружающую среду приводят к разработке смазочных материалов на базе растительных масел. Например, в Германии разработаны технологии и запущено производство индустриальных и трансмиссионных масел из рапса, в США открыт мощный завод по выпуску технических масел из сои [1]. Как следует из работы [1], моторные масла на базе растительных масел могут выступать альтернативой маслам из нефти и синтетическим маслам для двухтактных двигателей.

При применении моторных масел для двухтактных двигателей на базе рапсового и подсолнечное масел встает вопрос о ресурсе всех трибосистем двигателя, и в первую очередь – цилиндрико-поршневой группы. Для сокращения объема натурных испытаний можно применить физическое моделирование и с помощью лабораторных экспериментов оценить ресурс двухтактного двигателя.

Цель исследований. Выполнить физическое моделирование скорости изнашивания трибосистем двухтактного двигателя бензопилы и оценить ресурс при использовании рапсового и подсолнечное масел взамен минеральных и синтетических.

Методический подход в проведении исследований.

Особенностью лабораторной модели при физическом моделировании трения и изнашивания является ее одинаковая природа с натурным объектом, т.е. необходимо применять одинаковые схемы контакта, материалы трибоэлементов, смазочные среды.

Автором работы [2] разработана методика физического моделирования процессов трения и изнашивания, где результатам лабораторных испытаний

можно определять скорость изнашивания и силу трения у натуральных трибосистем.

В разработанной методике применяются следующие зависимости:

- для расчета скорости изнашивания у натурной трибосистемы I_H по известной скорости изнашивания у модельной трибосистемы I_M :

$$I_H = I_M \left(\frac{N_H}{N_M}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{V_H}{V_M}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{K_{\phi M}}{K_{\phi H}}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{\alpha_{втМ}}{\alpha_{втН}}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{A_{усрМ}}{A_{усрН}}\right)^{\frac{1}{3}} \times \left(\frac{Q_M}{Q_H}\right)^{\frac{1}{3}}, \quad (1)$$

где I_H и I_M – скорость изнашивания у натурной и модельной трибосистемах, мкм/ч;

N_H, N_M – нагрузка на натурной и модельной трибосистемах, Н;

V_H, V_M – скорость скольжения у натурной и модельной трибосистемах, м/с;

$K_{\phi H}, K_{\phi M}$ – коэффициент формы у натурной и модельной трибосистемах, 1/м. Определяется согласно [2, стр. 100];

$\alpha_{втН}, \alpha_{втМ}$ – параметр, который учитывает структуру материала у натурной и модельной трибосистемах, дБ/м [2, стр. 78];

$A_{усрН}, A_{усрМ}$ – смазывающие свойства моторного масла, Дж/м³ [2, стр. 79];

Q_H, Q_M – расход смазочной среды у натурной и модельной трибосистемах, кг/ч.

При выполнении моделирования у натуральных и модельных трибосистемах применялись одинаковые материалы и одинаковые смазочные материалы, поэтому у формулы (1) множители:

$$\left(\frac{\alpha_{втМ}}{\alpha_{втН}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1 \text{ и } \left(\frac{A_{усрМ}}{A_{усрН}}\right)^{\frac{1}{3}} = 1.$$

В связи с изложенным выше формула (1) приобретает вид:

$$I_H = I_M \left(\frac{N_H}{N_M}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{V_H}{V_M}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{K_{\phi M}}{K_{\phi H}}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{Q_M}{Q_H}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

В качестве исследуемых моторных масел были выбраны:

- минеральное масло «Такт-2Т»;
- полусинтетическое масло «Пуск-2Т»;
- синтетическое масло «ELF мото 2ХТ Tech»;
- рапсовое масло с присадкой;
- подсолнечное масло с присадкой.

Двухтактный двигатель был поделен на трибосистемы:

- поршневое кольцо – гильза цилиндра;
- поршень – гильза цилиндра;
- поршневой палец – втулка головки шатуна.

Модельные трибосистемы по схеме кольцо-кольцо были выполнены из однотипных материалов, что и у природы (двигателя).

Результаты лабораторных испытаний модельных трибосистем представлены в таблице 1.

Перерасчет результатов лабораторных модельных трибосистем на натурные трибосистемы двигателя бензопилы производства «Моторсіч» по формуле (2) представлен в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты испытаний модельных трибосистем

Скорость изнашивания I_m , мкм/ч	Смазочная среда				
	Такт-2Т	Пуск-2Т	ELF мото 2ХТ Tech	Рапсовое +П	Подсолнечное +П
Трибосистема кольцо-кольцо $K_{\phi m}=3,4$ 1/м Модель трибосистемы поршневое кольцо – гильза цилиндра	4,5	3,5	4,0	3,0	3,2

Трибосистема кольцо-кольцо $K_{\phi m} = 11,32$ 1/м Модель трибосистемы поршень – гильза цилиндра	12,5	11,0	11,2	9,5	10,5
Трибосистема кольцо-кольцо $K_{\phi m} = 6,81$ 1/м Модель трибосистемы поршневой палец – втулка головки шатуна	0,32	0,25	0,28	0,20	0,24

Таблица 2 – Результаты физического моделирования скорости изнашивания натуральных трибосистем двигателя бензопилы производства «Моторсіч»

Скорость изнашивания I_n , мкм/ч	Смазочная среда				
	Такт-2Т	Пуск-2Т	ELF мото 2XT Tech	Рапсовое +П	Подсолнечное +П
Трибосистема поршневое кольцо – гильза цилиндра $K_{\phi n} = 5,77$ 1/м	2,43	1,89	2,16	1,62	1,72
Трибосистема поршень – гильза цилиндра $K_{\phi n} = 23,22$ 1/м	3,12	2,75	2,8	2,37	2,62

Трибосистема поршневой палец – втулка головки шатуна $K_{\phi n}=33,1$ 1/м	0,063	0,049	0,055	0,039	0,047
--	-------	-------	-------	-------	-------

Зная скорость изнашивания натуральных трибосистем I_H , таблица 2, можно определить ресурс трибосистем в эксплуатации по формуле:

$$R = \frac{h_{пред}}{I_H}, \text{ час,} \quad (3)$$

где $h_{пред}$ - предельно допустимый износ трибосистемы в эксплуатации, мкм.

Опыт эксплуатации бензопил производства «Моторсiч» показывает, что предельно допустимый износ имеет следующие значения:

- трибосистема поршневое кольцо – гильза цилиндра – 750 мкм;
- трибосистема поршень – гильза цилиндра – 1000 мкм;
- трибосистема поршневой палец – втулка головки шатуна – 20 мкм.

С учетом значений предельного износа был рассчитан ресурс трибосистем двигателя бензопилы, результаты которого представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчетные значения ресурса трибосистем двухтактного двигателя бензопилы

Ресурс, час	Смазочная среда				
	Такт-2Т	Пуск-2Т	ELF мото 2ХТ Tech	Рапсовое +П	Подсолнечное +П
Трибосистема поршневое кольцо – гильза цилиндра $K_{\phi n}=5,77$ 1/м	308	396	347	462	436

Трибосистема поршень – гильза цилиндра $K_{фн}=23,22$ 1/м	320	363	357	421	381
Трибосистема поршневой палец – втулка головки шатуна $K_{фн}=33,1$ 1/м	317	408	363	512	425

Выводы:

1. Результаты физического моделирования ресурса трибосистем бензопилы показывают, что применение моторных масел на растительной основе обеспечивают ресурс двигателя: на рапсовом масле с присадкой – 421 моточас; на подсолнечном масле с присадкой – 381 моточас.

2. Применение моторных масел на растительной основе не снижает ресурс двухтактного двигателя по сравнению с минеральными, полусинтетическими и синтетическими маслами, а наоборот увеличивает на 23 %; 4,9 % и 9,7% соответственно.

Список литературы

1. Войтов В.А., Кравцов А.Г. Трибологічні властивості технічних олиф на базі соняшникової та ріпакової олій / Проблеми трибології. - №4. – 2011. – с. 87-92.

2. Войтов В.А. Конструктивная износостойкость узлов трения гидромашин. Часть 2. Методология моделирования граничной смазки в гидромашинах. – Харьков: Центр Леся Курбаса, 1997. – 152 с.

Анотація

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ЗНОШУВАННЯ І РЕСУРСУ ТРІБОСИСТЕМ ДВОТАКТНИХ ДВИГУНІВ БЕНЗОПИЛИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Войтов В.А., Сисенко І.І.

У роботі виконано фізичне моделювання по оцінці швидкості зношування і ресурсу трібосистем двотактного двигуна при використанні в якості моторної оливи ріпакової та соняшникової олій з присадкою. Показано збільшення ресурсу двигуна в порівнянні з мінеральною, напівсинтетичною і синтетичною оливою.

Abstract

PHYSICAL MODELING OF THE RATE OF WEAR AND RESOURCE TRIBOSYSTEMS TWO STROKE ENGINE CHAINSAW WHEN USING VEGETABLE OILS

Vojtov V.A, Sisenko I.I.

Physical modeling to assess the rate of wear and resource tribosystems two stroke engine, when used as motor oil rapeseed and sunflower oils with an additive was performed in work. Increase engine life with compared to mineral, semi-synthetic and synthetic oils has been shown.