

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
ИСПЫТАНИЙ ДВУХТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
БЕНЗОПИЛЫ НА РАПСОВОМ МАСЛЕ**

Сысенко И.И., аспирант

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

В работе приведены результаты эксплуатационных испытаний двухтактных двигателей бензопилы на рапсовом масле. Выполнена статистическая оценка ошибки эксперимента с расчетными данными.

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. При применении моторных масел для двухтактных двигателей на базе рапсового и подсолнечного масел встает вопрос о ресурсе всех трибосистем двигателя, и в первую очередь – цилиндра-поршневой группы.

Анализ публикаций по данной проблеме. Авторами работы [1] выполнен анализ использования растительных масел как заменителей гидравлических масел и моторных. Показано, что растительные масла могут выступать альтернативой маслам из нефти и синтетическим маслам. Авторами работы [2] выполнено физическое моделирование по оценке скорости изнашивания трибосистем двухтактного двигателя при использовании в качестве моторного масла рапсового и подсолнечного масел с присадкой. Показано увеличение ресурса двигателя по сравнению с минеральными и синтетическими маслами.

Цель исследования. Выполнить эксплуатационные испытания двухтактного двигателя бензопилы на рапсовом масле с присадкой и определить скорость изнашивания трибосистем двигателя с оценкой точности моделирования.

Методический подход в проведении исследований. Данная работа является продолжением работы [2], где приведены результаты физического моделирования скорости изнашивания натуральных трибосистем двигателя бензопилы (таблица 1).

Испытания двухтактных двигателей бензопилы с рабочим объемом 70 см³ производства «Моторсіч» проводили в лесхозе в режиме штатной эксплуатации.

Таблица 1. 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 2ХТ Tech	Рапсовое +П	Подсолнечное +П
Трибосистема поршневое кольцо – гильза цилиндра $K_{фн}=5,77$ 1/м	2,43	1,89	2,16	1,62	1,72
Трибосистема поршень – гильза цилиндра $K_{фн}=23,22$ 1/м	3,12	2,75	2,8	2,37	2,62
Трибосистема поршневой палец – втулка головки шатуна $K_{фн}=33,1$ 1/м	0,063	0,049	0,055	0,039	0,047

Параметры двигателя:

- рабочий объем, см³ – 70;
- степень сжатия (избыточное давление в камере сгорания), МПа – 0,9;
- максимальная мощность, кВт – 3,6;
- частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹ – 12500;
- диаметр поршня, мм – 60;
- рабочий ход поршня, мм – 24,7;
- расход топлива, кг/ч – 2.

Испытания проводили на бензине А-92 в смеси с маслом Рапсовое+П в соотношении 40:1. Бензопилы эксплуатировались в летнее время в течение 300 моточасов.

Перед испытаниями бензопилы в количестве трех штук прошли капитальный ремонт, где были заменены поршень, компрессионные кольца, палец и втулка верхней головки шатуна.

Перед установкой на двигатель все перечисленные детали прошли микрометраж с помощью микрометра и нутромера, точность измерения 0,01 мм. Измерения цилиндрических деталей выполняли в двух диаметрально противоположных плоскостях на различных длинах деталей. Среднеарифметическое значение измерений сведено в таблицу 2. В таблице также приведены значения измерений после наработки 300 моточасов.

Как следует из значений таблицы 2, среднестатистический износ диаметра цилиндра (в верхней части) составляет 300 мкм, а поршня

500 мкм. Суммарный линейный износ трибосистемы «поршень – гильза цилиндра» составил 800 мкм, соответственно скорость изнашивания 2,66 мкм/ч. Расчетное значение скорости изнашивания (таблица 1), составляет 2,37 мкм/ч.

Таблица 2. Среднеарифметическое значение размеров деталей двигателя перед началом испытаний и после завершения испытаний

Деталь двигателя	До испытаний	После наработки 300 моточасов
Гильза цилиндра	60,02	60,32
Поршень	59,98	59,48
Поршневое кольцо	60,00	59,70
Поршневой палец	11,00	11,00
Втулка головки шатуна	11,01	11,02

Выполним статистическую оценку полученных экспериментальных результатов [3].

Рассчитаем стандартное отклонение от средних значений:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x_i)^2}{n-1}} = 158,11 \text{ мкм} . \quad (1)$$

Вычислим среднеквадратическую ошибку:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = 91,39 \text{ мкм} . \quad (2)$$

Доверительный интервал при доверительной вероятности $P = 0,8$ (коэффициент Стьюдента t при $n = 3$ равен 1,88) составит:

$$\Delta x = t \times S_x = 171,8 \text{ мкм} . \quad (3)$$

Ошибка эксперимента:

$$\frac{\Delta x}{x} \times 100 = 21,3\% . \quad (4)$$

Для трибосистемы «поршневое кольцо – гильза цилиндра» суммарный износ составил 600 мкм, таблица 2, соответственно скорость изнашивания 2 мкм/ч. Расчетное значение скорости изнашивания 1,62 мкм/ч, таблица 1.

Стандартное отклонение от средних значений, формула (1), $S = 122,4$ мкм.

Среднеквадратическая ошибка, формула (2), $S_x = 70,7$ мкм.

Доверительный интервал, формула (3), $\Delta x = 133$ мкм.

Ошибка эксперимента, формула (4), составила 22,1%.

Для трибосистемы «поршневой палец – втулка головки шатуна» суммарный износ, таблица 2, составил 10 мкм.

Соответственно скорость изнашивания составляет 0,033 мкм/ч.

Расчетное значение скорости изнашивания, таблица 1, составляет

0,039 мкм/ч.

Стандартное отклонение от средних значений $S = 2,44$ мкм.

Среднеквадратическая ошибка $S_x = 1,41$ мкм.

Доверительный интервал $\Delta x = 2,66$ мкм.

Ошибка эксперимента составила 26,6%.

Выводы:

Эксплуатационные испытания двухтактных двигателей бензопилы, где в качестве моторного масла применяли рапсовое масло с присадкой, показали, что скорость изнашивания отличается от полученной расчетной в работе [2] на 21,3...26,6%. Это позволяет сделать вывод, что методика физического моделирования ресурса [2] может использоваться при выборе моторных масел растительного происхождения для эксплуатации двухтактных двигателей.

Список использованных источников

1. Войтов В.А., Кравцов А.Г. Трибологічні властивості технічних олиив на базі соняшникової та ріпакової олій / Проблеми трибології. - №4. - 2011. - с. 87-92.
2. Войтов В.А., Сысенко И.И. Физическое моделирование скорости изнашивания и ресурса трибосистем двухтактного двигателя бензопилы при использовании растительных масел // Вісник ХНТУСГ. - 2013. - Вип. 136. - с. 257-264.
3. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Анотація

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ ДВОТАКТНИХ ДВИГУНІВ БЕНЗОПИЛИ НА РІПАКОВІЙ ОЛІЇ

Сисенко І.І., аспірант

У роботі наведені результати експлуатаційних випробувань двотактних двигунів бензопили на рапсовій олії. Виконана статистична оцінка помилки експерименту з розрахунковими даними.

Abstract

THE RESULTS OF PERFORMANCE TESTS OF TWO-STROKE ENGINES CHAINSAW ON RAPESEED OIL

Sisenko I.I., post-graduate student

The paper presents the results of performance tests of two-stroke engines chainsaw on rapeseed oil. A statistical evaluation of experimental error with the calculated data was performed.