

шин и рабочих органов традиционно относят к тихоходным, поскольку время подъема этих объектов составляет около 3.5 - 4.5 сек. Силой инерции, возникающей при перемещении таких объектов традиционно пренебрегают, полагая при этом мощность гидропривода неограниченной. Однако рациональный выбор типоразмера силового ГЦ для МП предполагает приближение максимума приведенной нагрузки к максимальной движущей силе, развиваемой гидроцилиндром. В этом случае необходим учет в ММ инерционной и диссипативной составляющих в зависимости от параметров гидропривода и МП. Программа, полученная на основе функциональной ММ, позволила исследовать на ПЭВМ приведенную нагрузку.

Математическая модель, разработанная для динамического анализа одноподвижного плоского четырехзвенного МП секции также может быть использована для расчета идентичных по структуре подъемных устройств, применяемых, например, в косилке-плющилке прицепной КПП-4.2, миниэнергосредстве «Полесье-30М» и косилке-плющилке ротационной КПП-9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косилка - плющилка ротационная КПП - 6. Ру-

ководство по эксплуатации. – Речица, 1998г.

2. Бибик Н.М. Математическое моделирование складывания секций КПП-6. Сборник материалов РМ НТК студентов, аспирантов и магистрантов. – Гомель, 2000. – С.17 - 20.

3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 640 с.

4. Попов В.Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей «Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого». 2000 г., №2. – С. 25-29.

5. Озол О.Г. Теория механизмов и машин. Пер. с латыш. /Под ред.С.Н. Кожевникова.– М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984.- 432 с.

6. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика. – М.: Машиностроение, 1971. -671 с.

7. Метлюк Н.Ф., Автушко В.П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. – М.: Машиностроение, 1980. – 231с.

8. Попов В. Б. Математическое моделирование динамики подъема навесной машины. Совр. проблемы машиноведения. Материалы МНТК. Том 2, 1998г., Гомель. – С. 80-83.

УДК 621.313.303

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ, ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА И СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМОВ ОБКАТКИ

Л.И. Бурганская, канд. физ.-мат. наук, доцент, Л.А. Хвощинская, канд. физ.-мат. наук, доцент, В.Г. Андруш, ст. преподаватель, А.Н. Смаль, студент (УО БГАТУ)

Целью обкатки является стабилизация основных параметров двигателя при минимальных начальных износах, минимальном значении механических потерь и высоком качестве приработки. Интенсификация процессов приработки проходит в основном в трех направлениях: конструкционном, технологическом и эксплуатационном. К мероприятиям первого направления можно отнести выбор материалов пар трения, создание условий сохранения жидкостной смазки, применение геометрической формы деталей, обеспечиваю-

щей желательную «механику контакта», поддержание оптимальных температурных режимов и т. д. К технологическим мероприятиям – повышение точности изготовления и сборки сопряженных деталей и узлов, применение совершенных способов обработки поверхностей трения, нанесение различных покрытий; использование масел с присадками. Третье (эксплуатационное) направление интенсификации процессов приработки включает выбор оптимальных и рациональных скоростных, нагрузочных и температурных режимов

в условиях заводской приработки и начальной эксплуатации двигателей.

После сборки даже новые двигатели отличаются друг от друга величиной зазоров в сопряжениях, овальностью шеек и гильз и другими показателями, что приводит к различной скорости изменения их технического состояния в процессе эксплуатации. Несоосность, неперпендикулярность, особенно деталей кривошипно-шатунного механизма, существенно удлиняют время приработки и увеличивают начальный износ.

Для контроля технического состояния двигателей внутреннего сгорания применяли различные параметры: динамику износа, динамику температур (изменение температур поверхностей деталей трения, масла, картерных газов), динамику трения, метод радиоактивных изотопов. По нашему мнению, наиболее информативной является мощность механических потерь, которая определяется по моменту сопротивления прокручиванию коленчатого вала в контрольных точках. Правильность такого выбора подтверждается исследованиями [1].

Назначение длительности обкатки в зависимости от его исходного технического состояния позволяет сократить среднее время обкатки двигателей, сэкономить топливно-энергетические ресурсы, снизить выбросы в атмосферу и сократить время пребывания рабочего во вредных условиях.

Ранее нами была выполнена работа [2], в которой описана мощность механических потерь как функция двух переменных (времени и температуры масла) с помощью цепочки плоскостей.

Так как при изменении длительности режимов обкатки меняется скорость изменения технологических параметров, необходимо учитывать и эту скорость. В связи с этим поставленная задача была расширена.

В условиях авторемонтного завода на обкаточно-испытательном стенде были сняты следующие данные: время, температура масла, мощность механических потерь при разных скоростях изменения режимов обкатки.

Введем обозначения:

X – время обкатки (мин),

Y – температура масла (C°),

Z – скорость изменения режимов обкатки (Вт/мин).

U – мощность механических потерь (кВт).

Числовые значения экспериментальных данных приведены в табл. 1.

Поскольку переменная Z принимает лишь четыре значения, то, рассматривая ее как функцию переменных X, Y и U, построим поверхности уровня этой функции, соответствующие четырем заданным значениям: Z = 17, Z = 21, Z = 25, Z = 28. Линейную интерполяцию функции U как функции двух переменных X и Y (при фиксированном Z) будем проводить по формуле, аналогичной формуле [3].

$$z = \frac{\Delta_0 - \Delta_1 X - \Delta_2 Y}{\Delta_3}, \quad (1)$$

$$\text{где } \Delta_0 = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix}, \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} 1 & y_1 & z_1 \\ 1 & y_2 & z_2 \\ 1 & y_3 & z_3 \end{vmatrix},$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} x_1 & 1 & z_1 \\ x_2 & 1 & z_2 \\ x_3 & 1 & z_3 \end{vmatrix}, \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix}$$

для функции вида $z = f(x, y)$.

В результате мы получили четыре цепочки плоскостей.

При Z = 17 цепочка плоскостей A₁, A₄, A₈, A₄, A₈, A₁₁, A₈, A₁₁, A₁₆ задается уравнениями:

$$U_1 = 9,989 - X \cdot 4 \cdot 10^{-3} - Y \cdot 0,0238,$$

$$U_2 = 11 + X \cdot 9,93 \cdot 10^{-3} - Y \cdot 5,86 \cdot 10^{-2}, \quad (2)$$

$$U_3 = 12,263 - X \cdot 5,86 \cdot 10^{-3} - Y \cdot 5,86 \cdot 10^{-2}.$$

Подставив в интерполяционные формулы (2) координаты промежуточных точек и сравнив полученные значения Z с экспериментальными, получили относительные погрешности менее 0,1 (табл. 2). Как видим, интерполирование достаточно провести по 5-ти точкам.

Аналогично происходит выбор точек в остальных трех случаях: Z=21, Z=25, Z=28 (табл. 2).

Аналогично формуле (1) выведем интерполяционную формулу для случая функции $u = f(x, y, z)$ трех переменных.

Разложим по элементам первой строки определитель

$$\begin{vmatrix} x - x_1 & y - y_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \end{vmatrix} = x(y_2 - y_1) - y(x_2 - x_1) - x_1(y_2 - y_1) - y_1(x_2 - x_1) = x \begin{vmatrix} 1 & y_1 \\ 1 & y_2 \end{vmatrix} + y \begin{vmatrix} x_1 & 1 \\ x_2 & 1 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \end{vmatrix}.$$

Отсюда следует

$$\begin{vmatrix} x - x_1 & y - y_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \end{vmatrix}. \quad (3)$$

1. Числовые значения экспериментальных данных

A _i	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇
X	0	0	0	40	40	40	80	80	80	80	80	120	120	120	180	180	180
Y	45	61	74	45	61	74	45	61	74	86	96	74	86	96	74	86	96
Z	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
U	8,92	8,53	7,61	8,76	8,36	7,46	8,62	8,22	7,25	6,42	6,17	7,10	6,29	6,04	6,97	6,17	5,91

B _i	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₉	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	B ₁₇
X	0	0	30	0	30	30	65	65	65	65	65	95	95	95	125	125	125
Y	49	64	49	79	64	79	49	64	79	87	99	79	87	99	79	87	99
Z	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
U	8,90	8,19	8,73	7,41	8,07	7,30	8,59	8,94	7,18	6,59	6,44	7,09	6,48	6,34	6,99	6,39	6,25

C _i	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄
X	0	0	40	0	40	40	40	80	80	80	80	110	110	110
Y	47	68	47	89	68	89	98	47	68	89	98	68	89	98
Z	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
U	9,32	8,52	9,08	7,41	8,29	7,21	6,89	8,85	8,10	6,99	6,70	7,98	6,86	6,59

D _i	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂	D ₁₃	D ₁₄
X	0	0	40	0	40	40	40	80	80	80	80	95	95	95
Y	48	75	48	91	75	91	97	48	75	91	97	75	91	97
Z	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
U	9,18	8,07	8,93	7,26	7,96	7,07	6,80	8,74	7,76	6,88	6,64	7,58	6,74	6,55

2. Сравнение расчётных значений Z с экспериментальными

A _i	A ₂	A ₃	A ₅	A ₆	A ₇	A ₉	A ₁₀	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₇
Относительная погрешность	0,001	0,08	0,002	0,08	0,002	0,03	0,05	0,02	0,04	0,02	0,01	0,06
B _i	B ₂	B ₃	B ₅	B ₆	B ₈	B ₉	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₆	B ₁₇
Относительная погрешность	0,005	0,002	0,007	0,004	0,12	0,001	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
C _i	C ₂	C ₃	C ₄	C ₆	C ₇	C ₈	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₄		
Относительная погрешность	0,005	0,005	0,03	0,03	0,03	0,01	0,001	0,03	0,003	0,03		
D _i	D ₂	D ₃	D ₄	D ₆	D ₇	D ₈	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂	D ₁₄		
Относительная погрешность	0,01	0,006	0,04	0,04	0,05	0,003	0,01	0,03	0,01	0,02		

Разложив определитель

$$\begin{vmatrix} x-x_1 & y-y_1 & z-z_1 \\ x_2-x_1 & y_2-y_1 & z_2-z_1 \\ x_3-x_1 & y_3-y_1 & z_3-z_1 \end{vmatrix} \text{ по элементам первой}$$

строки и используя формулу (3), получим

$$\begin{vmatrix} x-x_1 & y-y_1 & z-z_1 \\ x_2-x_1 & y_2-y_1 & z_2-z_1 \\ x_3-x_1 & y_3-y_1 & z_3-z_1 \end{vmatrix} = x \begin{vmatrix} 1 & y_1 & z_1 \\ 1 & y_2 & z_2 \\ 1 & y_3 & z_3 \end{vmatrix} + y \begin{vmatrix} x_1 & 1 & z_1 \\ x_2 & 1 & z_2 \\ x_3 & 1 & z_3 \end{vmatrix} + z \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix}$$

Таким образом, справедлива формула:

$$\begin{vmatrix} x-x_1 & y-y_1 & z-z_1 \\ x_2-x_1 & y_2-y_1 & z_2-z_1 \\ x_3-x_1 & y_3-y_1 & z_3-z_1 \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} 1 & x & y & z \\ 1 & x_1 & y_1 & z_1 \\ 1 & x_2 & y_2 & z_2 \\ 1 & x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix} \quad (4)$$

Аналогично, используя формулу (4) и свойства определителей, получаем интерполяционную формулу:

$$u = \frac{\Delta_0 - \Delta_1 x - \Delta_2 y - \Delta_3 z}{\Delta_4}, \quad (5)$$

$$\text{где } \Delta_0 = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 & u_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & u_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 & u_3 \\ x_4 & y_4 & z_4 & u_4 \end{vmatrix},$$

а определители $\Delta_k (k=1, \dots, 4)$ получаются из определителя Δ_0 путем замены k -го столбца столбцом, состоящим из единиц.

Рассматривая функцию $u = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ n переменных, можно аналогично получить интерполяционную формулу

$$u = \frac{\Delta_0 - x_1 \Delta_1 - x_2 \Delta_2 - \dots - x_{n-1} \Delta_{n-1}}{\Delta_n},$$

$$\text{где } \Delta_0 = \begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nn} \end{vmatrix}, \text{ а определители}$$

$\Delta_k (k=1, \dots, n)$ получаются из Δ_0 путем замены k -го столбца столбцом из единиц; $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ - координаты узлов интерполирования, $i=1, \dots, n$. При выводе этой формулы используется метод математической индукции.

Подставим в уравнение (5) координаты точек $A_1, A_4, A_8, D_1; D_1, D_5, D_9, A_8; A_8, A_{11}, A_{16}, D_{13}$. Получим соответственно три интерполяционные формулы $U_1 = -9.477 - X \cdot 0.0040 + Y \cdot 0.0238 - Z \cdot 0.030$, (6)

$$U_2 = 10.817 - X \cdot 0.0050 - Y \cdot 0.0378 + Z \cdot 0.006, \quad (7)$$

$$U_3 = 11.696 - X \cdot 0.0059 - Y \cdot 0.0586 + Z \cdot 0.033. \quad (8)$$

Подставим в формулу (6) координаты точек B_1 и C_1 , в формулу (7) - координаты точек B_4, B_7, C_5, C_9 , а в формулу (8) - B_{12}, B_{15}, C_{13} и вычислим значения мощности U . Сравнивая их с экспериментальными значениями, получили следующие относительные погрешности: 0,004; 0,02; 0,01; 0,01; 0,02; 0,07; 0,02; 0,005; 0,03, что вполне допустимо.

Анализ уравнений (6), (7), (8) показывает, что при $80 \leq X \leq 180$ интерполяционная формула справедлива при любом Z , т.е. не зависит от изменения скорости режимов. Однако, из первых двух уравнений нельзя выбрать однозначно интерполяционную формулу во всей области изменения параметров, т.к. эти промежутки пересекаются. Поэтому было решено разбить часть пространства, где $0 \leq X \leq 80$, на более мелкие области.

Подставим в уравнение (5) последовательно координаты точек $A_1, A_4, A_8, B_1; B_1, B_4, B_7, C_1; D_1, D_5, D_9$ и C_9 . Получим три интерполяционные формулы:

$$U = \begin{cases} 9.672 - X \cdot 0.0040 - Y \cdot 0.0238 + Z \cdot 0.019, \\ \quad \text{при } 0 \leq X \leq 80; 17 \leq Z \leq 21, \\ 9.65 - X \cdot 0.0047 - Y \cdot 0.050 + Z \cdot 0.080, \\ \quad \text{при } 0 \leq X \leq 80; 21 \leq Z \leq 25, \\ 11.698 - X \cdot 0.005 - Y \cdot 0.0378 - Z \cdot 0.025, \\ \quad \text{при } 0 \leq X \leq 80; 25 \leq Z \leq 28. \end{cases} \quad (9)$$

При $80 \leq X \leq 180$ мы используем формулу (8).

Таким образом, в результате выполненной работы удалось описать функцию мощности механических потерь в зависимости от времени, температуры масла и скорости изменения режима нагрузки четырьмя интерполяционными формулами (8) и (9).

При подстановке в данные уравнения координат промежуточных точек были получены значения U , сравнивая которые с экспериментальными значениями, получили относительные погрешности, менее 0,1 (табл. 3).

Выводы

1. В качестве информационного параметра контроля технического состояния двигателя внутреннего сгорания в процессе обкатки выбрана мощность механических потерь.

2. Для определения мощности механических по-

3. Сравнение расчетных значений U с экспериментальными

Точки	B_2	B_3	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_{13}	B_{12}	B_{15}
Экспериментальные данные	8,19	8,73	8,52	9,08	7,41	8,29	7,21	6,89	6,86	7,09	6,99
Полученные результаты	8,55	9,02	8,28	9,13	7,23	8,09	7,51	7,17	6,67	7,21	7,03
Относительная погрешность	0,04	0,03	0,03	0,005	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,05

терь выведена формула (5) для линейного интерполирования функции трех переменных: времени, температуры масла, скорости изменения режимов обкатки. С помощью этой формулы получено оптимальное количество уравнений (8),(9), описывающих функцию мощности с высокой точностью.

3. При внедрении стенда для обкатки двигателей внутреннего сгорания в зависимости от его технического состояния чистый дисконтированный доход составляет 3 720 600 р.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тончев Г., Станев Л. Изследоване на качеството на ремонтираните трактории двигателя в процеса на производственото им прогонване // Научн. тр. Висше техн. училище. Руссе, 1983, 25, №8. - С. 151-161.
2. Л.И. Бурганская, Л.А. Хвоцинская, В.Г. Андруш, А.Н. Смаль. Определение мощности механических потерь в процессе обкатки двигателей внутреннего сгорания // Агропанорама, 2004, №6.- С. 27-30.
3. Турчак Л.И., Плэтников П.В. Основы численных методов.- М.: Физматлит, 2002.

УДК 614.484:631.22

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНФЕКЦИОННЫХ И ЛЕЧЕБНЫХ ПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ФОРМЕ АЭРОЗОЛЕЙ

**С.Л. Борознов, канд. вет. наук (ГУ «Минская районная ветеринарная станция»);
В.И. Сапего, докт. с.-х. наук, профессор (УО БГАТУ)**

Одним из реальных путей совершенствования лечебно-профилактических и ветеринарно-санитарных обработок животных, дезинфекции и дезинсекции помещений, в определенной степени уже оправдавших себя в производстве, является применение химических и биологических препаратов в аэрозольном состоянии.

Аэрозольная дезинфекция отличается большей эффективностью, чем влажный метод. При использовании аэрозолей для дезинфекции помещений в 2-3 раза сокращается расход дезинфекционных средств и уменьшается трудоемкость обработки. Аэрозоли практически не увлажняют поверхности помещений и оборудования, не вызывают коррозии металлов.

Эффективность применения на практике дезинфекционных и лечебных препаратов в форме аэрозолей во многом зависит от аппаратуры для получения аэрозолей с учетом возможности регулирования их дисперс-

ности, обеспечения монодисперсности, электрозарядки частиц.

В хозяйствах Минского района для дезинфекции и фумигации животноводческих помещений, в том числе инкубационных камер, ингаляции и вакцинации животных и птицы, с успехом применяются термомеханические генераторы ТГ-35 (генераторы «горячего тумана»). Аэрозольные генераторы производят большое количество мельчайших капелек при очень небольшом расходе жидкости. Раньше для аэрозольных обработок применялись в основном рабочие растворы на основе органических растворителей (легкие масла), однако с точки зрения экологической безопасности предпочтительней использовать водные растворы препаратов.

Термомеханические генераторы прекрасно работают с водными рабочими растворами. При исполь-