

Моделирование процесса изменение толщины смазочного слоя в локальном контакте трения

Глухонец А. А.

Национальный транспортный университет, г. Киев

Метод наименьших квадратов является одним из основных методов определения параметров регрессионных уравнений.

Суть данного метода заключается в нахождении параметров модели, при которых сумма квадратов отклонений эмпирических (фактических) значений результирующего признака от теоретических, полученных по выбранному уравнению регрессии, является минимальной, то есть:

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i^p - y_i)^2 = \sum_i (y_i^p - a_0 - a_1 x)^2 \rightarrow \min.$$

где y_i^p – значение, вычисленное по уравнению регрессии; $(y_i^p - y_i)$ – отклонение ε (погрешность, остаток); n – количество пар выходных данных.

Общий вид многофакторной модели (Y):

$$Y = a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_{1,2} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{1,3} \cdot x_1 \cdot x_3 + \\ + a_{2,3} \cdot x_2 \cdot x_3 + a_{1,1} \cdot x_1^2 + a_{2,2} \cdot x_2^2 + a_{3,3} \cdot x_3^2.$$

где $a_1 \dots a_n$ – коэффициенты регрессии, x_1, x_2, x_3 – независимые переменные факторы, определяющие условия существования исследовательской системы.

На основе метода наименьших квадратов было получено модель:

$$Hd(N, n, t) = 0.0012 \cdot N - 609.058 \cdot FT(n) + 0.0667 \cdot t - 1.647 \cdot N \cdot FT(n) + \\ + 0.00002 \cdot N \cdot t - 0.3856 \cdot FT(n) \cdot t + 0.00017 \cdot N^2 + 55911.25 \cdot FT(n)^2 - 0.00073 \cdot t^2$$

где Hd – настоящая толщина $h_d \cdot 10^{-6}$; N – нагрузка в точке контакта; t – температура; FT(n(m)) – функция коэффициентов трения в зависимости от числа оборотов.

Адекватность модели проверялась по критерию Фишера.

Вычисленные значения коэффициентов корреляции равны 0,985, что свидетельствует о высоком уровне связи между экспериментальными значениями выходной переменной и значениями, полученными в результате моделирования системы. Значение относительной погрешности при расчете по моделям не превышает 5%.

Графический метод анализа уравнения регрессии – универсальный, к тому же для него разработаны специальные компьютерные программы, например, программа «MathCad».