

Моделирование динамики изнашивания почворезущих деталей

Ивашко В.С., Бегеня Г.Ф., Кривцов А.В., БГАТУ, г. Минск

Структура модели почворезущих профилей (ПРП) включает исходные данные (t -время, характеристики изнашивания в разных сечениях), представляющие в системе координат XOY динамику изнашивания почворезущих профилей (ДИ ПРП) вектором абсцисс x_i и матрицами ординат опорных точек (Y'_{jn}):

$$\begin{aligned} Y'_{jn} &= u'_n + y'_{jn}, n = \overline{1, N}, \\ j &= \overline{1, J}, t = \overline{0, T}. \end{aligned} \quad (1)$$

Рассматривая u'_n и y'_{jn} как дискретные реализации дискретного процесса соответственно изнашивания РЭ по ширине $U(t)$ и его формоизменения $Y_u(x, t)$ в системе координат xoy , случайную ДИ ПРП $Y(x, t)$ в обобщённых координатах XOY можно представить суммой $Y(x, t) = U(t) + Y_u(x, t)$ и моделировать ДИ ПРП почленно.

Выявленный подход к моделированию применим к большинству наблюдаемых на практике ДИ ПРП, представляющих собой *нестационарные случайные процессы* затупления в различных средах, развития задней фаски на плотных почвах, чрезмерного или недостаточного самозатачивания ПРП и др. (табл.). Тип моделей выбирают исходя из анализа полученных данных. Представленные в табл. значения u'_n и y'_{jn} составляют динамические (временные) ряды, уровнями которых служат реализации $U(t)$ и $Y_u(x, t)$. Заменой этих реализаций оценками характеристик $U(t)$ и $Y_u(x, t)$ статистическое моделирование ДИ ПРП можно свести к математическому описанию динамических рядов усредненных по бокам величин $\overline{u}(t)$ и $\overline{y}_j(t)$ и дисперсий $D_u(t)$ и $D_{y_j}(t)$.

Выявляемая по эмпирическим данным тенденция ряда износа ПРП по ширине аппроксимируется *уравнением тренда*

$$\hat{u} = f(t) = \varepsilon_u(t), \quad (2)$$

или уравнением авторегрессии

$$\hat{u} = f(a_i, a_{t-i} + \varepsilon_u(t)), \quad (3)$$

где $i = \overline{1, I}$ - порядковые номера уравнений ряда;

a_i – параметры модели;

$\varepsilon_u(t)$ – случайный остаток.

Случайное формоизменение профиля ПРП можно описать регрессионным уравнением с динамизированными коэффициентами $a_i(t)$

$$\hat{y} = f(a_i(t), x + \varepsilon_y(x, t)), \quad (4)$$

где $i = \overline{1, I}$ – порядковые номера коэффициентов уравнения.

Для этого по вектору (x_j) и столбцам $y_j(t)$, блоков табл. строят $T + I$ однотипных регрессивных уравнений усредненных профильных $\hat{p}(t)\hat{y} = f(a_i^t, x) + \varepsilon_y(x, t)$. Входящие в них коэффициенты a_i^t от уравнения к уравнению изменяются и составляют I временных рядов с трендами $a_i(t)$. Статистическая модель ДИ ПРП предстанет суммой тренда (2) или авторегрессии (3) и регрессии (4)

$$\hat{Y} = \hat{u}(t) + \hat{y}(x, t), \quad (5)$$

Возможен и другой подход к моделированию, если изнашивание ПРП рассматривать как случайное смещение опорных точек профильных по уровням x_j . ДИ ПРП в этом случае можно представить системой $J + I$ уровневых уравнений трендов или авторегрессий усредненных ординат $\hat{Y}_j(t)$ вида

$$\hat{Y}_j^t = f(a_{ji}, \bar{Y}_{j-t}) + \varepsilon_{yj}(j, t), \quad (6)$$

где τ – лаг ряда.

Такой подход удобен для описания изнашивания на тяжелых суглинках ПРП со сложным профилем – монометаллических (МПРП), наплавленном твердым сплавом (при чрезмерном самозатачивании) и др. Изнашивание ПРП с самозатачиванием в форме стабилизации профиля (СП) можно рассматривать как стационарный случайный процесс, если интенсивность изнашивания ПРП по ширине γ_{en} , усредненные ординаты $y_i(t)$ и их дисперсии $D_{\gamma_{en}}$, $D_{y_i}(t)$ варьируют в небольших пределах. Моделирование в этом случае сводится к нахождению усредненной величины γ_{en} , построению уравнения регрессии усредненной профильной $y(x)$ по всему наблюдаемому ансамблю и их доверительных интервалов

$$\hat{Y} = \bar{\gamma}_{en} t + \bar{y}(x) + \varepsilon_y \gamma_{en}(x, t), \quad (7)$$

Типы динамики изнашивания почворезущих профилей и их математические модели

Наблюдаемая ДИ ПРЭ		Математические модели для аппроксимации: 1-ДИ ПРЭ, 2-изнашивания ПРЭ по ширине, 3-профильных кривых
Характерные особенности	Схема	
Монометаллические ПРП		
Затупление плужных лемехов на тяжелых суглинках		1-модели (5), (6) отдельно для верхней и нижней фосок; 2-алгебраические полиномы, уравнение авторегрессии (3); 3-экспоненты, уравнения авторегрессии
Биметаллические ПРП		
Самозатачивание в форме стабилизации профиля		1-уравнение регрессии (7)

Тепловыделение при работе двигателей внутреннего сгорания

Лебеденко И.Г., Таврическая с.х.академия, Бохан Н.И., БГАТУ, г.Минск

Общее количество выделяемого при работе двигателя тепла зависит от типа двигателя, т.е. от количества потребляемого топлива.

При этом часть теплоты превращается в полезную работу, а часть затрачивается на различные потери в действительном цикле двигателя. Так теплота передается газами через стенки цилиндра, через стенки выпускного канала в головке при выпуске, теплота выделяемая за счет трения поршней и переданная через стенку цилиндра, переходящая в охлаждающую среду и уходящая с выхлопными газами.

Доля теплоты, превращенной в эффективную, составляет 32-37%, потери в охлаждающую среду 18-20%, с отработанными газами 37-30%.

Непроизводительные потери тепла могут быть уменьшены при условии их утилизации для нужд производства.