При анализе табличных данных установлено, что неровнота ленты по линейной плотности на коротких и метровых отрезках снижается с увеличением процентного вложения длинноволокнистого хлопка, а максимальная распрямленность волокна ленты достигается при минимальном вложении средневолокнистого хлопка.

УДК 766. 052. 3 /. 5

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Ю.С. Шустов
ГОУ ВПО «Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина», г. Москва, Российская Федерация

В процессе эксплуатации прядильной машины возникают различные виды отказов. Для определения этих отказов в первую очередь необходимо сделать обоснованный выбор определяющих параметров математической модели процесса изнашивания

$$l = f(\,p;F;H;K_м;K_а;Q;A;w\,), \qquad (1)$$

где $l = N/U$ — износостойкость детали; *N*— число циклов срабатывания; *U* — износ; *P* — нагрузка; *F* — площадь контакта; *H* — твердость материала детали; $K_м$ — относительный износ материала детали; $K_а$ — относительная величина, характеризующая стирающую способность контактирующего с деталью материала; Θ — удельная теплота рабочей среды; *A* — амплитуда вибраций; ω — частота вибраций.

Для определения условий подобия процесса испытаний реальному процессу эксплуатации, а также упрощения методики приведения экспериментальных оценок формализуем уравнение (1) с помощью критериев подобия. С этой целью проведем соответствующие преобразования выражения (1).

Критерий подобия есть некоторая комбинация величин выражения (1) x_i, $i=\overline{1,8}$,:

$$p=\prod_{i=1}^{8} x_i^{z_i} ,$$

где $x_i=\left[L\right]^{l_i}\left[M\right]^{m_i}\left[T\right]^{e_i}$, а $[L]$, $[M]$, $[T]$ —соответственно размерности длины, массы, времени; λ_i, μ_i, ε_i— показатели степени. Так как критерий подобия имеет нулевую размерность, то

$$\sum_{i=1}^{8} l_i z_i = 0 \qquad \sum_{i=1}^{8} m_i z_i = 0 \qquad \sum_{i=1}^{8} e_i z_i = 0 \qquad (2)$$

Нетрудно показать, что ранг матрицы *r*, составленной из коэффициентов системы линейных уравнений (2), равен трем, и система уравнений (2) может иметь *n - 3* независимых решений. Так как система уравнений (2) неопределенная, то для получения однозначного решения необходимо ввести дополнительные соотношения между неизвестными величинами. Эти соотношения можно получить исходя из физической природы исследуемого процесса. В рассматриваемой системе можно выделить три группы независимых параметров: x_1, x_2, x_3, которые характеризуют конструктивно-технологические особенности изделий; x_4, x_5 характеризуют свойства конструкционных материалов; x_6, x_7, x_8 характеризуют внешние условия нагружения.

Тогда, если при решении системы уравнений (2) принять, что $z_l=1$, то z_i, $i=\overline{4,8}$, однозначно должны быть равны нулю, так как решением системы уравнений является критерий подобия — независимая величина, характеризующая только определенную сторону физического процесса. Произвольность в выборе значения z_1 компенсируется в выражении критерия подобия в размерностях величин x_1, x_2, x_3. Такой подход позволяет получить однозначное решение системы уравнений (2), которое затем проверяется на его физическую адекватность.

Определим для каждой величины x_t размерность и показатели размерностей λ_i, μ_i, ξ_i; результаты сведем в таблицу.

Параметр x_i	Размерность	Показатель		
		λ_i	μ_i	ξ_i
P	L M T^{-2}	1	1	-2
F	L^2	2	0	0
H	L^{-1} M T^{-2}	-1	1	-2
k_n/k_a	0	0	0	0
Θ	L^2 T^{-2}	2	0	-2
ω	T^{-1}	0	0	-1
A	L	1	0	0

Подставив показатели размерностей λ_i, μ_i, ξ_i в уравнения (2), получим:

$$\begin{aligned} z_1 + 2z_2 - z_3 + 2z_5 + z_7 = 0 \\ z_1 + z_3 = 0 \\ 2z_1 - 2z_3 - 2z_5 - z_6 = 0 . \end{aligned} \qquad (3)$$

Система уравнений (3) решается методами теории подобия. Для этого необходимо выбрать четыре значения z_i с учетом независимости групп параметров.

1. Принимаем $z_1=0$; $z_4 = l$, $z_5=0$, $z_7 = 0$. Тогда из системы (3) получаем $z_3=0$, $z_2=0$, $z_6 = 0$. Следовательно, первое решение системы нулевое. Находим критерий подобия из этого решения:

$$p_1 = \prod_{i=1}^{7} x_i^{z_i} = K_м / K_a .$$

2. Принимаем $z_1=1$; $z_4 = 0$, $z_5=0$, $z_7 = 0$. Тогда из системы (3) получаем $z_3= -1$, $z_2 = -1$, $z_6 = 0$. Итак, второе решение имеет вид:

$z_1=1$; $z_2 = -1$, $z_3= -1$, $z_4 = 0$, $z_5=0$, $z_6 = 0$, $z_7 = 0$

и соответствующий критерий подобия:

$$p_2 = P / H \cdot F .$$

3. Принимаем $z_1=0$; $z_4 = 0$, $z_6=1$, $z_7 = 0$. Аналогично предыдущему полу-чаем третье решение:

$z_1=0$; $z_2 = 1/2$, $z_3= 0$, $z_4 = 0$, $z_5=-1/2$, $z_6 = 1$, $z_7 = 0$

и критерий подобия:

$$p'_3 = F^{1|2} w / Q^{1/2} .$$

4. Принимаем $z_1 = 0$, $z_4 = 0$, $z_5 = 0$, $z_2=l$. Аналогично предыдущему получаем четвертое решение системы:

$z_1=0$; $z_2 = -1/2$, $z_3= 0$, $z_4 = 0$, $z_5=0$, $z_6 = 0$, $z_7 = 1$

и критерий подобия:

$$p'_4 = A / F^{1|2} .$$

Вместо критерия подобия p_3', p_4' введем один обобщенный, который характеризует только эксплуатационные нагрузки:

$$p_3 = p_3' p_4' = \frac{F^{1|2} w}{Q^{1|2}} \cdot \frac{A}{F^{1|2}} = \frac{Aw}{UQ} \ .$$

Таким образом, критериальная обработка функциональной модели позволила установить критерии подобия, которые характеризуют качественное состояние систем (π_1, π_2) и воздействующие в процессе эксплуатации систем нагрузки (π_3).

После критериальной обработки система уравнения (2) принимает вид:

$$l = \Phi(p_1, p_2, p_3) \ . \qquad (4)$$

Критериальная обработка выражения (2) позволила значительно уменьшить число переменных, сделать их независимыми и, следовательно, упростить математическую модель изнашивания.

Так как основным параметром, по которому осуществляется принятие решения о ресурсе, является число циклов наработки до отказа, то целесообразно ввести этот параметр в модель в явном виде.

В момент отказа износ рабочего элемента достигает предельного значения. Износостойкость рабочего элемента испытываемой системы, как было указано в формуле (1), зависит от числа срабатываний *N*, т. е. от параметра, который характеризует наработку, и от износа рабочего элемента ***U*** на этот период, т. е. характеристики, которая определяет работоспособность системы. Поэтому запишем уравнение (4) в виде:

$$U = Y^{1}(p_1, p_2, p_3) N(t). \qquad (5)$$

Выражение (5) представляет собой в общем виде математическую модель развития отказа в критериальной форме, которая устанавливает связь определяющей характеристики ***U*** конструктивно-технологическими параметрами π_1, π_2, параметрами эксплуатационного нагружения π_3 и наработкой ***N(t).***

Отказ испытываемой системы наступает в момент достижения определяющим параметром ***U*** предельно допустимого значения. Запишем выражение (5) для момента отказа:

$$U_{пр} = Y^{-1}(p_1, p_2, p_3) N(t_0),$$

или

$$N(t_0) = Y(p_1, p_2, p_3) U_{пр} \ .$$

Таким образом, время наработки системы до отказа есть функция от трех критериев подобия, характеризующих конструктивно-технологические особенности, свойства износостойкости материалов и эксплуатационные нагрузки.

УДК 677. 4. 02

ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ НИТИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ НА МАШИНЕ ПС-100-ЛО

Л.Е. Соколов
УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Республика Беларусь

Разработка нового ассортимента пряж с использованием короткого льняного волокна и льняных очесов является сегодня актуальной научно-технической задачей, стоящей перед