УДК 519.21:677.022

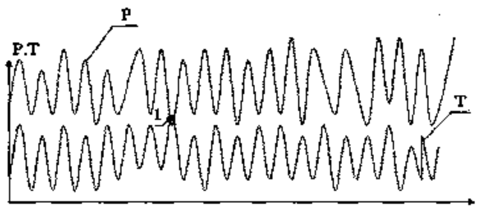
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБРЫВНОСТИ ПРЯЖИ НА КОЛЬЦЕВОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

Н.В. СТЕПНОВ, А.С. СМИРНОВ

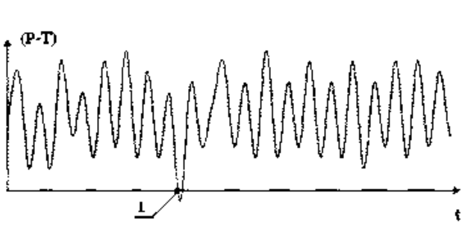
(Московский государственный текстильный университет им. А.Н.Косыгина)

Обрывность пряжи является одним из сложных явлений в текстильной промышленности. Эта сложность заключается в том, что на обрывность влияет большое количество факторов. К ним относятся технологические причины, связанные со стабильностью протекания процесса формирования пряжи, состоянием оборудования, физико-механические свойства пряжи, а также климатические условия и уровень квалификации рабочих.

Если рассматривать обрыв нити в зоне выпуска на кольцевой прядильной машине, то основными параметрами, влияющими на обрывность, будут прочность пряжи Р и натяжение Т нити. Обрыв 1 нити будет происходить (рис. 1), когда натяжение Т нити станет больше прочности пряжи Р, то есть в момент пересечения кривых реализаций прочности и натяжения (рис.1-а) или пересечения оси t кривой их разности Р-Т<0 (рис.1-б).



а)



б)

Рис. 1

Таким образом, при обрыве пряжи в некоторой точке с координатой t должно выполняться необходимое условие:

$$T(t)-P(t) = 0. \qquad (1)$$

При определении вероятностных характеристик двух случайных функций, имеющих отсутствие взаимной корреляции, используется теория выбросов или пересечений случайным процессом какого-либо заданного постоянного или переменного уровней [1], [2]. Обрывы, являясь пересечением кривой Р-Т оси абсцисс (отсечением снизу), распределяются по времени (или длине), а интервалы между пересечениями имеют среднюю частоту (среднее число пересечений на единицу длины). Частота и распределение интервалов пересечений зависят от характера кривой Р-Т=(р(t) и от ее уровня относительно линии пересечения, то есть $M[P - T] = \overline{P} - \overline{T}$.

Если рассматривать через реализацию (φ(t), то обрыв – итог отрицательного выброса кривой Р-Т= φ(t) при ее пересечении с осью t [3].

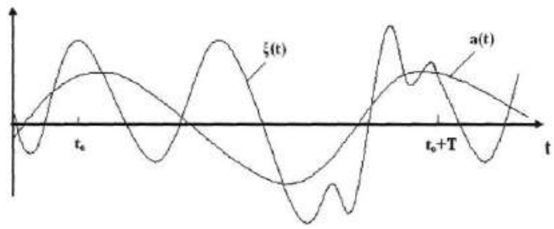


Рис. 2

При прогнозировании обрывности определяется среднее число пересечений дифференцируемого случайного процесса ξ(t) непрерывной кривой a(t) сверху вниз на интервале (t_0, t_0+t_1) (рис.2), которая вычисляется по формуле [4]:

$$N_a^-(t) = -\int\limits_{t_0}^{t_0+t_1} dt \int\limits_{-\infty}^{0} \dot{\xi}(t) W_2\Big(a(t), \dot{a}(t) + \dot{\xi}(t)\Big) d\dot{\xi}, \qquad (2)$$

где $W_2(\xi(t), \dot{\xi}(t))$ – совместная плотность вероятности для процесса $\xi(t)$ и его производной $\dot{\xi}(t)$ в тот же момент времени; t_0 – время начала исследования; t_1 – длительность протекания процесса.

В общем случае, применительно к нормальному стационарному дифференцируемому процессу $\xi(t)$ и непрерывной кривой a(t) со средним значением - m и функцией корреляции:

$$K_\xi(\tau) = \sigma^2 R(\tau) \qquad (3)$$

формула (2) примет вид:

$$N_a^-(t) = \frac{1}{2\pi\sqrt{\sigma_\xi^2 + \sigma_a^2}} \sqrt{-K''_{\xi a 0}}\, e^{\left[\frac{1(C-m)^2}{2\sigma_\xi^2 + \sigma_a^2}\right]}, \qquad (4)$$

где

$$K''_{\xi a 0} = \left. \frac{d^2 K_{\xi a}(\tau)}{dt^2} \right|_{\tau=0}. \qquad (5)$$

В формуле (4) остается неизвестным корреляционная функция, которая должна быть дважды дифференцируема, что не всегда возможно. Поэтому для исследуемых колебаний (в данном случае для колебаний натяжения и прочности пряжи на выпуске вытяжного прибора) предлагается приближенное описание корреляционной функции, функцией дважды дифференцируемой вида [2], [4]:

$$K_\xi(\tau) = \sigma_\xi^2 e^{-\alpha|\tau|} \left(\cos\beta|\tau| + \frac{\alpha}{\beta} \sin\beta|\tau| \right), \qquad (6)$$

где α и β – параметры корреляционной функции, определяемые экспериментальным приближением корреляционной функции к нормальному закону распределения (рис. 3).

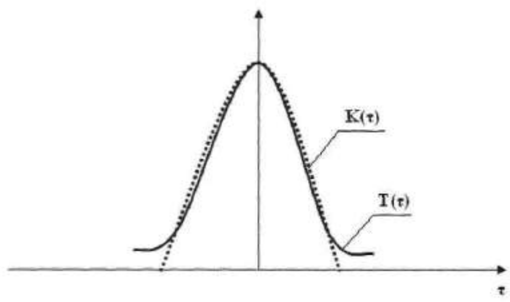


Рис. 3

Используя формулу (6), преобразуем формулу (4), получив среднее число обрывов:

$$N_1^-(t) = \frac{h}{2\pi} \frac{\sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_т^2(\alpha^2 + \beta^2)}}{\sqrt{\sigma_т^2 + \sigma_p^2}} e^{\left[\frac{1(T-P)^2}{2(\sigma_т^2 + \sigma_p^2)}\right]}, \qquad (7)$$

где h – время наработки на 1000 веретенах в ч, определяемая по формуле:

$$h = 1000t = 1000 \cdot 3600 = 3{,}6 \cdot 10^6 \text{ с}, \qquad (8)$$

где t – время наработки, с (за один час t=3600 с).

Пример расчета.

Пусть параметры корреляционной функции для хлопчатобумажной пряжи 25 текс: $\alpha = 0$ и $\beta = 2$ $с^{-1}$, тогда:

среднее число обрывов на 1000 вер/ч:

$$N_1^-(t) = \frac{3600 \cdot 1000}{2\pi} \frac{\sqrt{16{,}73^2 + 7{,}07^2 (0^2 + 2^2)}}{\sqrt{7{,}07^2 + 16{,}73^2}} e^{\left[\frac{1(29{,}26-106)^2}{2(7{,}07^2+16{,}73^2)}\right]} = 92 \text{ обрыва.}$$

Таблица 1

Линейная плотность пряжи, текс	Прочность мычки, Р,сН	Натяжение на выпуске вытяжного прибора Т, сН	Среднее квадратическое отклонение по прочности пряжи σ_p, сН	Среднее квадратическое отклонение по натяжению пряжи $\sigma_т$, сН	Теоретическое среднее число обрывов N_T, на 1000 вер/ч	Экспериментальное среднее число обрывов N_3, на 1000 вер/ч
10	59	11,90	8,81	6,71	98	92
25	106	29,26	16,73	7,07	92	86
40	173	60,20	25,50	8,37	95	90

Основные результаты по прогнозированию обрывности сведены в табл. 1.

ВЫВОДЫ

1. Применение теории выбросов в хлопкопрядении позволяет прогнозировать обрывность пряжи на кольцевой прядильной машине.

2. Отклонение теоретических расчетов от экспериментальных данных находится в пределах допустимой ошибки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тихонов В.И.* Выбросы случайных процессов. – М.: Наука, 1970.
2. *Свешников А.А.* Прикладные методы теории случайных функций. – М.: Наука, 1968.
3. *Гинзбург Л.Н.* Использование теории выбросов или пересечения стационарным случайным процессом заданного уровня для изучения некоторого класса задач текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1977, №3. С.36…40.
4. *Соловьев А.Н., Кирюхин СМ.* Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

Рекомендована кафедрой прядения хлопка. Поступила 17.09.08.