

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОБРЫВА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ХЛОПКОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

В.Э. РЫБИН, А.Р. БАРИЕВ, Я.М. КРАСИК, И.Ю. ЛАРИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] изучался механизм возникновения обрыва пряжи и была решена задача механики обрыва пряжи из-за соринки, запрядаемой в пряжу в желобе ротора. Эксперименты [2], проведенные нами, выявили, что при получении пневмомеханической пряжи из котиноносодержащей смеси масса соринок, послуживших причиной обрыва, меньше той величины, которая является результатом расчетов по формулам [1]. Ниже излагается вывод математической модели процесса обрыва пневмомеханической котиноносодержащей пряжи, позволяющий объяснить полученные экспериментальные результаты.

Задача решалась с учетом того, что пряжа, содержащая котонин, имеет участки с линейной плотностью, отличающейся от среднего значения. В связи с этим возникают условия, когда можно рассматривать вариант движения нити с неравномерной линейной плотностью, причем неравномерность линейной плотности будем считать обусловленной только наличием

котинона. Таким образом, можно утверждать, что постановка предлагаемой задачи является расширением постановки задачи, решенной в [1].

Линейная плотность μ (в СИ) выражается в кг/м, поэтому μ через линейную плотность T (в тексах) определяется по формуле $\mu = 10^{-6} T$. Далее будем считать, что линейная плотность зависит от радиальной координаты r текущей точки на контуре пряжи: $\mu = \mu(r)$.

Обозначим: $\omega_n = \pi n_k / 30 + v_{\text{вып}} / r_k$ – угловая скорость вращения прядильного ротора; n_k – частота вращения крутильного органа, мин^{-1} ; r_k – радиус камеры; $v_{\text{вып}}$ – скорость движения нити по ее контуру.

Пусть $P(r_k)$ – натяжение в точке съема при $r = r_k$. Общая формула для натяжения при переменной линейной плотности [3]:

$$P(r_k) - P(r) = \omega_k^2 \int_r^{r_k} \mu(r) r dr.$$

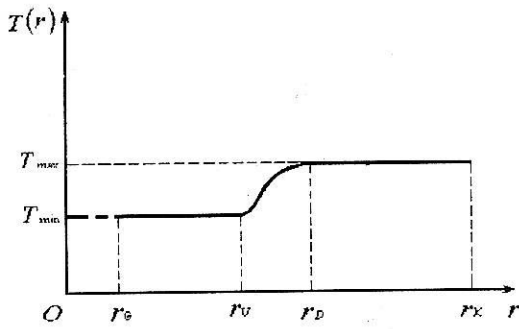


Рис. 1

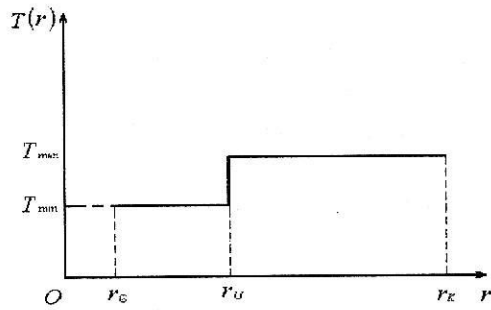


Рис. 2

На рис. 1 представлена схема распределения линейной плотности пряжи по ее контуру в камере. Линейная плотность от точки К до точки входа на поверхность воронки изменяется от максимального значения T_{max} в точке $r = r_K$ до значения T_{min} в точке $r = r_G$. По схеме, представленной на рис. 1, изменение линейной плотности пряжи начинается в точке $r = r_D$, а заканчивается в точке $r = r_U$.

Упростим представленную схему. Для этого будем полагать, что изменение плотности имеет "импульсную", скачкообразную форму, причем $r_D = r_U$ (рис. 2). В этом случае определяем, что натяжение в точке $r = r_G$ находится по формуле:

$$P(r_K) - P(r_G) = -\mu_{min} \omega_K^2 \int_{r_G}^{r_U} r dr - \mu_{max} \omega_K^2 \int_{r_U}^{r_K} r dr.$$

Отсюда

$$P(r_G) = P(r_K) + 0,5 \omega_K^2 [\mu_{min} (r_U^2 - r_G^2) + \mu_{max} (r_K^2 - r_U^2)].$$

Обозначим

$$\Delta\mu = \mu_{max} - \mu_{min}.$$

Следовательно,

$$P(r_G) = P(r_K) + 0,5 \omega_K^2 [\mu_{min} (r_K^2 - r_G^2) + \Delta\mu (r_K^2 - r_U^2)].$$

Так как

$$\int_{r_G}^{r_U} r dr = -\frac{1}{2} (r_U^2 - r_G^2),$$

$$\int_{r_U}^{r_K} r dr = -\frac{1}{2} (r_K^2 - r_U^2),$$

то

$$P(r_K) - P(r_G) = -0,5 \mu_{min} \omega_K^2 (r_U^2 - r_G^2) - 0,5 \mu_{max} \omega_K^2 (r_K^2 - r_U^2).$$

Тогда

$$\mu_{min} (r_U^2 - r_G^2) + (\mu_{min} + \Delta\mu) (r_K^2 - r_U^2) = \mu_{min} (r_K^2 - r_G^2) + \Delta\mu (r_K^2 - r_U^2).$$

Согласно [3] величина $P(r_K)$ составляет приближенно $0,5k_p\mu_{\max}\omega_K^2r_K^2$, где $k_p=0,07$ – безразмерный коэффициент.

С целью упрощения расчетов и наглядности графического материала введем некоторые относительные переменные:

$$P(r_G) = P(r_K) + 0,5\omega_K^2 r_K^2 \mu_{\min} \left[1 - r_{G*}^2 + \Delta\mu_{\text{отн}} (1 - r_{U*}^2) \right].$$

Поскольку $\mu_{\max} = \Delta\mu + \mu_{\min} = \mu_{\min}(\Delta\mu_{\text{отн}} + 1)$, то

$$P(r_K) = 0,5k_p\mu_{\min} (\Delta\mu_{\text{отн}} + 1)\omega_K^2 r_K^2.$$

Имеем

$$P(r_G) = 0,5\omega_K^2 r_K^2 \mu_{\min} (1 + \Delta\mu_{\text{отн}}) + \left[1 - r_{G*}^2 + \Delta\mu_{\text{отн}} (1 - r_{U*}^2) \right].$$

Таким образом, полученное соотношение позволяет вычислить натяжение пряжи в точке $r = r_G$ в зависимости от относительных переменных r_{G*} , r_{U*} и $\Delta\mu_{\text{отн}}$.

Натяжение пряжи в точке $r = r_U$ при $r_U = r_G$ определяется по формуле:

$$P(r_U) = 0,5\omega_K^2 r_K^2 \mu_{\min} (1 + \Delta\mu_{\text{отн}}) (k_p + 1 - r_{U*}^2).$$

Натяжение пряжи в точке входа на поверхность воронки рассчитывается с помощью выражения

$$P(r_B) = 0,5\omega_K^2 r_K^2 \mu_{\min} (1 + \Delta\mu_{\text{отн}}) (k_p + 1 - r_{B*}^2),$$

где $r_{B*} = \frac{r_B}{r_K}$, r_B – радиус воронки.

Обозначим через $\varphi_{\text{охв}}$ угол охвата нитью поверхности воронки, а через $P_{\text{вых}}$ – силу натяжения пряжи на выходе из прядильного устройства с учетом сил трения, действующих на нее при движении через воронку и глазок.

Тогда

$$P_{\text{вых}} = P(r_B) \exp(k\varphi_{\text{охв}}) \exp(0,5k\lambda).$$

$$r_{G*} = \frac{r_G}{r_K}, \quad r_{U*} = \frac{r_U}{r_K}, \quad \Delta\mu_{\text{отн}} = \frac{\Delta\mu}{\mu_{\min}}.$$

Следовательно,

ВЫВОДЫ

1. Разработаны теоретические основы для получения математической модели процесса обрыва пневмомеханической котониносодержащей пряжи.

2. Предложены аналитическая зависимость для определения силы натяжения котониносодержащей пневмомеханической пряжи при ее обрыве и методика определения натяжения пневмомеханической котониносодержащей пряжи на выходе из устройства при обрыве в прядильной камере.

3. Результаты проведенного опыта подтверждают правильность предложенной математической модели для расчета натяжения пневмомеханической котониносодержащей пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов В.С., Мигушов И.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973, № 3. С.44...48.

2. Ларин И.Ю., Рыбин В.Э., Ковалевский А.В. Исследование натяжения пряжи в камере пневмомеханической прядильной машины // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Современные наукоемкие технологии и перспективы легкой и текстильной промышленности (Прогресс-2002) – Иваново: ИГТА, 2002. С.5...6.

3. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 10.02.05.