

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ФОРМЫ УПЛОТНИТЕЛЕЙ НА ПЛОТНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ

А.А. СТОЛЯРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: info@igta.ru

Применение уплотнителей на технологическом оборудовании прядильного производства позволяет увеличить силы трения между волокнами, что препятствует рассеиванию волокон, уплотняет полуфабрикат, улучшает контроль за движением волокон. Благодаря этому можно повысить ровноту выработанного продукта, уменьшить обрывность в прядении, увеличить производительность оборудования и улучшить качество продукции.

Application of the tighteners on the technological spinning equipment allows the increasing of the frictional force between the fibers, which retains the fibers from the dissipation, strengthens the semi-product, and improves the control over the movement of the fibers. Due to his the evenness of the product at the delivery could be improved, the breakage in the spinning could be reduced and the efficiency of the equipment as well as the quality of the product could be significantly increased.

Ключевые слова: плотность продукта, сила трения, уплотнитель, максимальное давление, максимальное и минимальное сечения.

Известно, что применение в прядильном производстве устройств, которые уплотняют продукт, создавая между волокнами определенную силу трения, является необходимым условием обеспечения качественного процесса вытягивания и получения продукта определенной плотности [1], [2].

Исследуем влияние формы уплотнителей на плотность продуктов прядильного производства при прохождении полуфабрикатов через уплотнители с сечением канала различных форм, положив в основу нелинейный закон зависимости плотности продукта в данном состоянии ρ от величины нормального давления P к полуфабрикату при заданной исходной плотности ρ_0 :

$$\rho = mP^n + \rho_0, \quad (1)$$

где m и n – постоянные коэффициенты.

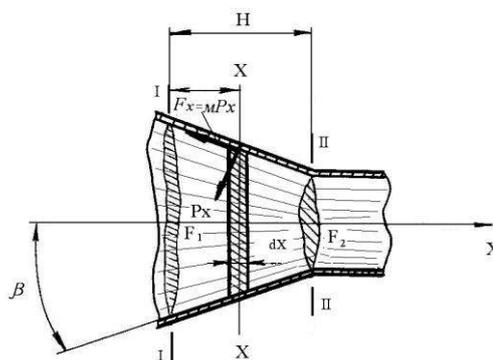


Рис. 1

В сечениях I и II уплотнителя (рис. 1 – уплотнитель продукта прядения в разрезе), соответственно равных сечению исходной и уплотненной ленты или ровницы F_1 и F_2 , диаметры продукта равны:

$$d_1 = \alpha \sqrt{1/\rho_0} = \alpha \rho_0^{-0.5}, \quad (2)$$

$$d_2 = \alpha \sqrt{1/\rho} = \alpha \sqrt{1/(mP^n + \rho_0)} = \alpha (mP^n + \rho_0)^{-0.5}, \quad (3)$$

где

$$\alpha = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{\pi} \sqrt{T} = 1,13 \cdot 10^3 \sqrt{T}, \quad (4)$$

(здесь T – линейная плотность продукта).

Если уплотнитель имеет круглое сечение, то максимальное давление, на его стенки исходя из (1)...(4) будет равно:

$$P_{\max} = \sqrt[n]{\frac{4 \cdot 10^6}{\pi^2 m} T \left(\frac{1}{d_2^2} - \frac{1}{d_1^2} \right)}, \quad (5)$$

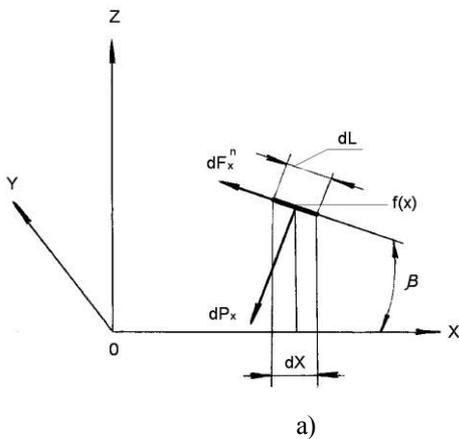
где d_1, d_2 – диаметры канала уплотнителя на входе и выходе продукта.

Для уплотнителя с прямоугольным каналом и размерами минимального сечения $a_2 b_2$ максимальное давление будет определяться так:

$$P_{\max} = \sqrt[n]{\frac{4 \cdot 10^6}{\pi^2 m} T \left(\frac{1}{a_2 b_2} - \frac{1}{\pi d_1^2} \right)}. \quad (6)$$

Для уплотнителя с произвольной выпуклой формой:

$$P_{\max} = \sqrt[n]{\frac{4 \cdot 10^6}{\pi^2 m} T (F_1 - F_2)}, \quad (7)$$



где, в частности, для сечения в форме эллипса:

$$F_1 = \frac{4}{\pi a_1 b_1}, \quad F_2 = \frac{4}{\pi a_2 b_2}, \quad (8)$$

где a_1, a_2, b_1, b_2 – размеры наибольшей и наименьшей полуосей эллипса соответственно для максимального и минимального сечений.

Значения максимального давления P_{\max} позволяют определить степень уплотнения продукта, при которой он не подвергается разрушению.

Определим силы, действующие на продукт в уплотнителе. Для этого рассмотрим элемент продукта шириной dx и силы, действующие на продукт от стенок уплотнителя. На элемент продукта площадью $dL \times dS$ со стороны стенок уплотнителя действуют силы:

1) нормального давления:

$$dP_x = P_x dL dS, \quad (9)$$

2) тангенциальная:

$$dF_x = \mu P_x dL dS, \quad (10)$$

где μ – коэффициент трения.

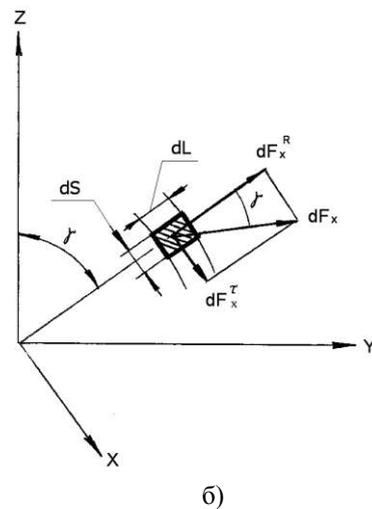


Рис. 2

Разложим силу dF_x на две векторные составляющие:

вдоль образующей уплотнителя:

$$dF_x^R \leq \mu^R P_x dLdS \quad (11)$$

и тангенциальную:

$$dF_x^T \leq \mu^T P_x dLdS. \quad (12)$$

Тогда векторная запись будет:

$$\overline{dF_x} = \overline{dF_x^R} + \overline{dF_x^T}. \quad (13)$$

Или величину

$$dF_x^T = \sqrt{(\mu^R)^2 + (\mu^T)^2} P_x dLdS \quad (14)$$

и образующий угол:

$$\delta = \arctg \frac{\mu^T}{\mu^R}. \quad (15)$$

При этом dF_x^R тормозит продвижение продукта в вытяжной прибор, а dF_x^T оказывает на него скручивающее действие. Сила dP_x уплотняет продукт, а также оказывает сопротивление его продвижению. Из рис. 2-а и б видно, что сопротивление продвижению продукта обусловлено проекциями сил давления и трения на ось ОХ.

Обозначим элементарную величину сопротивления продвижению продукта по каналу уплотнителя как dR_x . Тогда:

$$dR_x = dP_x \sin \beta + dF_x^R \cos \beta. \quad (16)$$

Используя (9) и (11), запишем выражение (16) в следующем виде:

$$dR_x = P_x (\sin \beta + \mu^R \cos \beta) dLdS. \quad (17)$$

Интегрируем (17) и получаем значение величины R_x в общем виде:

$$R_x = \int_0^R \int_0^S P_x (\sin \beta + \mu^R \cos \beta) dLdS. \quad (18)$$

Анализируя (18) отмечаем, что наибольшее значение для уплотнения полуфабрикатов прядения имеют геометрические и технологические параметры, такие как угол наклона уплотнителя, длина рабочей зоны уплотнителя, коэффициент трения (материал из которого изготовлен уплотнитель), уменьшение сечения канала уплотнителя.

ВЫВОДЫ

Получены математические выражения, позволяющие выбрать оптимальные параметры для любой формы канала уплотнителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Н.Т. Прядение хлопка. – М.: Легкая промышленность, 1951.
2. Балясов П.Д. Применение уплотнителей мычки на ровничных и прядильных машинах. – М.: Легкая промышленность, 1951.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных изделий. Поступила 20.11.09.