

АНАЛИЗ СИЛ ДЕЙСТВУЮЩИЕ В ЗОНУ ПИТАНИЯ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЯДИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

В статье приведен анализ сил и силы влияния на ленту между питающим цилиндром столикам в зоне питания пневмомеханических прядильных машин. Подача ленты в зону дискретизации, без каких либо повреждений осуществляется питающим цилиндром, что позволяет получение лента с качественными показателями отвечающим необходимым требованиям. Это позволяет отвечать требованиям к прядильной камеры пневмомеханической прядильной машины.

Ключевые слова: Воронки, упругость, стационар, интенсивность.

THE ANALYSIS OF THE FORCES ACTING IN THE ZONE FEEDING OF AN OPEN END SPINNING DEVICE

In article the analysis of forces and force of influence on a tape between feeding to cylinders and little tables in a zone of a food of open-end spinning machines is resulted. tape giving in a zone of digitization without what or damages is carried out by feeding cylinder that reception a tape with qualitative indicators allows meeting necessary requirements. it allows meeting the requirements to the spinning chamber of the open-end spinning machine

Keywords: funnels, elasticity, hospital intensity.

Пневмомеханическое прядения, как один из способов без веретенного прядения, за последние время получило широкое распространения и явилось тем способом, который пришёл на смену кольцевого прядения. На рисунке приведено кинематическая схема прядильного устройства. (рис)

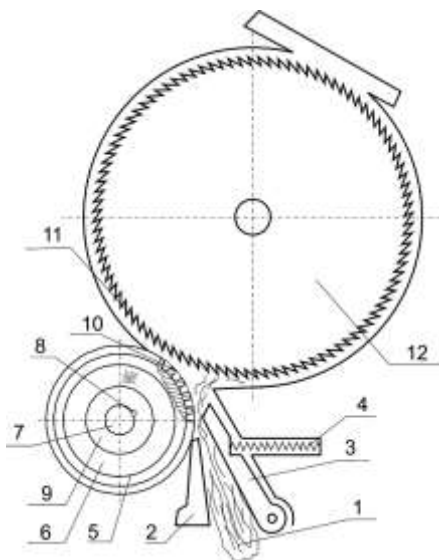


Рис. 1. Зон питания пневмомеханического прядильного устройства: 1-лента; 2- уплотнительная воронка; 3-столик; 4-пружина; 5-питающий цилиндр; 6- втулка; 7-вал; 8-шпонка; 9-внутренняя втулка; 10-рифля; 11-зубь; 12-дискретизирующий барабанчик

Самый важнейших направлений развития безверетенного прядения является повышения качества выпускаемая продукции. Внимания специалистов и учёных прежде всего сконцентрировано на повышении разрывной нагрузки пряжи и улучшения других качественных характеристик, таких, например снижения неровности. [1]

Сначала лента проходит в зону питания из таза через воронку.

Для определения закона распределения скорости и плотности продукта в зоне подачи ленты принимаем следующую расчетную схему:

1. Полагаем, что зона подачи ленты состоит из двух участков. В первом участке боковая поверхность ленты свободная, она вовлекается в движение приемным барабаном и скорость движения сечения ленты в этом участке и малая.

2. Движение ленты в области подачи стационарное

3. В области подачи плотность ленты переменная и зависит от напряжения по формуле

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \frac{\sigma}{E}} \approx \rho_0 \left(1 - \frac{\sigma}{E}\right) \quad (1)$$

где ρ_0 – начальная плотность подачи лента, σ – напряжение в произвольном сечении воронки. E – модуль упругости материала ленты, определяемый опытным путем

4. Во второй зоне движение ленты одномерное, сечение уплотнительной воронки плоское и переменное в виде клина (рис 1), зависит от координаты x по закону $b = b_0 - k_0 x$, $k_0 = \tan \alpha$ $b_1 = b_0 - k_0 l > 0$) (2)

где 2α – угол при вершине клина, l – длина воронки. На основании зависимости (1) вводим характерную скорость по формуле $v_j = \sqrt{E/\rho_0}$ зависящая от степени сжимаемости лента. Поскольку величина E является показателем жесткости материала ленты, то с ростом ее увеличивается значение характерной скорости v_j . Величину v_j условно можно называть скоростью распространения малых возмущений в волокнистой среде (ленте).

На поверхности воронки возникает силы давления q и трение τ , интенсивность, которых зависит от жесткости материала и в первом приближении их считаем равными $q = -k\sigma$, $\tau = -k\sigma f$

где f – коэффициент трения между питающим цилиндром и столиком, k – коэффициент бокового давления. Установим начала координат в нижнем сечении воронки и направим ось Ox вертикальна вверх. При этих предложениях уравнения стационарного движения ленты в каждой зоне подачи записывается в виде [2]:

$$\rho v \frac{dv}{dx} = \frac{d\sigma}{dx} - \rho g \quad \text{при } -H < x < 0, \quad (3)$$

$$\rho v b \frac{dv}{ax} = \frac{d}{ax} (\sigma b) - \frac{k\sigma b}{L} (\sin \alpha + f \cos \alpha) - \rho g b \quad \text{при } 0 < x < l \quad (4)$$

где v – средняя по толщине скорость движения ленты, H – длина свободного участка ленты, L – ее ширина.

$$\text{Из закона сохранения массы следует } \rho_0 b_0 v_0 = \rho b v = Q_0 = \text{const} \quad (5)$$

где Q_0 – расход продукта

Используя зависимостей (1) и (5), выразим скорость сечения через напряжения $v = v_0 \left(1 + \frac{\sigma}{E}\right)$ (6)

Далее с учетом малости скорости и ее производной $\frac{dv}{dx}$, произведением $v \frac{dv}{dx}$ пренебрегаем, $\sigma = \sigma_1(x)$ при $-H < x < 0$, $\sigma = \sigma_2(x)$ при $0 < x < l$, уравнения (3) и (4) с учетом (1) записываем относительно напряжения $\sigma(x)$

$$\frac{d\sigma_1}{dx} - \rho_0 g \left(1 - \frac{\sigma_1}{E}\right) = 0 \quad \text{при } -H < x < 0, \quad (7)$$

$$\frac{d}{dx} (\sigma_2 b) - \frac{k\sigma_2 b \beta(\alpha)}{L} - \rho_0 g b \left(1 - \frac{\sigma_2}{E}\right) = 0 \quad \text{при } 0 < x < l. \quad (8)$$

где $\beta(\alpha) = \sin \alpha + f \cos \alpha$

$$\text{Уравнение (3) (4) интегрируются при условиях } \sigma_1 = 0 \quad \text{при } x = -H, \quad (9)$$

$$\sigma_2 = \sigma_1(0) \text{ при } x=0 \quad (10)$$

После нахождения напряжения σ скорость ленты в зоне подачи определяется по формуле (6).

Напряжение в произвольном сечении ленты можно представить как функциональную зависимость от 7 размерных x, l, L, H, E, ρ_0, g и трех безразмерных k, α, f величин т.е. $\sigma = \varphi(x, l, L, H, \alpha, E, \rho_0, g, k, f)$

Среди них три величины, например, l, ρ_0, E являются независимыми по размерности. Тогда согласно π - теоремы скорость движения будет зависеть от $7-3=4$ безразмерных величин, в качестве которых можно выбрать величины $\xi = x/l, \bar{l} = l/L, \bar{H} = H/l, g_1 = \rho_0 g l / E$. С учетом параметров k, α, f , напряжение будет, зависит от 7 безразмерных величин, с помощью которых приведем уравнение (8) и (9) к виду:

$$\frac{d\bar{\sigma}_1}{d\xi} + g_1 \bar{\sigma}_1 = g_1 \text{ при } -\bar{H} < \xi < 0, \quad (11)$$

$$\frac{d}{d\xi}(\bar{\sigma}_2 \bar{b}) - \bar{\sigma}_2 \bar{b} [k \bar{l} \beta(\alpha) - g_1 \bar{b}_0 / \bar{b}] = g_1 \bar{b}_0 \text{ при } 0 < \xi < 1. \quad (12)$$

где $\bar{\sigma}_i = \sigma_i / E, \bar{b} = \bar{b}_0 - k_0 \xi, \bar{b}_0 = b_0 / l$

Решение уравнений (11) и (12) удовлетворяющих условиям (10) и (10) можно представить в виде

$$\bar{\sigma}_1 = 1 - e^{-g_1(\xi + \bar{H})} \text{ при } -\bar{H} < \xi < 0, \quad (13)$$

$$\bar{\sigma}_2 = \frac{\bar{b}_0}{\bar{b}} (\bar{b}_0 - k_0 \xi)^\gamma e^{c\xi} [\bar{\sigma}_1(0) \bar{b}_0^{-\gamma} + g_1 \int_0^\xi (\bar{b}_0 - k_0 z)^{-\gamma} e^{-cz} dz] \text{ при } 0 < \xi < 1. \quad (14)$$

где $\gamma = g_1 \bar{b}_0 / k_0, c = k \bar{l} \beta(\alpha)$

На рис. 2- 4 представлены кривые распределения скорости, плотности и напряжения по длине ленты при $l=0.3\text{м}, L=0.06\text{м}, b_0=0.17\text{м}, b_1=0.09\text{м}, \rho_0=8\text{кг}/\text{м}^3$ и $H=0.5\text{м}$. Аналогичные кривые для $H=1.5\text{м}$ представлены на рис. 5-7

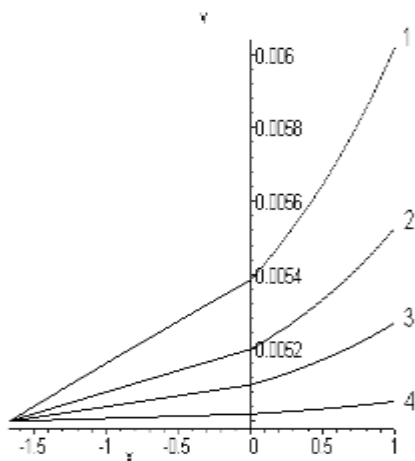


Рис.2. Распределение скорости $v = v(x)(\text{м}/\text{с})$ по длине ленты (отнесенной к величине l) при $H=0.5\text{м}$ и различных значениях модуля упругости $E(\text{Н}/\text{м}^2)$ материала ленты: 1 – $E=500$, 2 – $E=10003$ – $E=2000$, 4 – $E=10000$

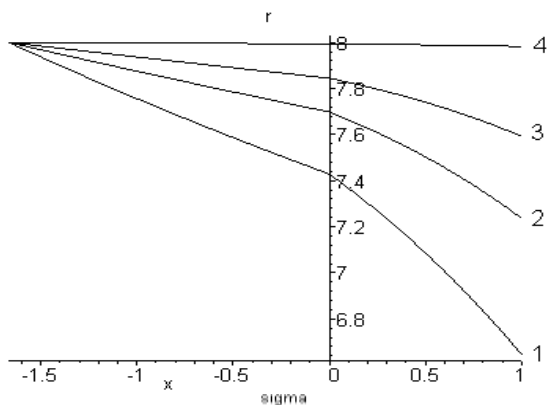


Рис.3. Распределение плотности $r = \rho(x)$ ($кг / м^3$) по длине ленты (отнесенной к величине l) при $H = 0.5 м$ и различных значениях модуля упругости E ($Н / м^2$) материала ленты: 1 – $E = 500$, 2 – $E = 1000$, 3 – $E = 2000$, 4 – $E = 10000$

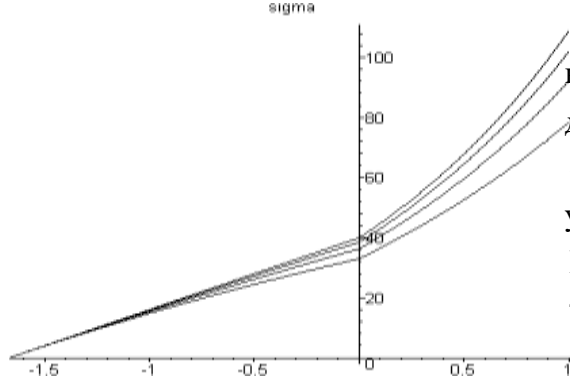


Рис.4. Распределение напряжения $sigma = \sigma(x)$ ($Н / м^2$) по длине ленты (отнесенной к величине l) при $H = 0.5 м$ и различных значениях модуля упругости E ($Н / м^2$) материала ленты: 1 – $E = 500$, 2 – $E = 1000$, 3 – $E = 2000$, 4 – $E = 10000$

Вывод. Анализ полученных кривых показывает, напряжение по длине ленты растет за счет силы веса (параметр g_1) и скорости питающего цилиндра. При этом при больших значениях модуля упругости E ($E > 10000 Па$) напряжение практически не зависит от этого модуля. С ростом длины свободной части ленты, что приводит к росту силы ее тяжести, напряжение может существенно увеличиваться.

Литература

Ю.В. Павлов и др. Теория процессов, технология и оборудование прядения хлопка и химических волокон. Иваново, ИГТА 2010, учебник 367 стр.

Рипка И. Процесс прядения на машине БД-200 – теоретическое изучение некоторых основных параметров. Сб. докладов о безверетенном прядении, Прага, 1989, с.1-36.