

2. Frydrych, I. Comparative analysis of the thermal insulation properties of fabrics made of natural and man-made cellulosic fibers / I. Frydrych, G. Dziworska, J. Biliska // *Fibers & Textiles in Eastern Europe*. – 2002. – Vol.39. – P. 40–44.

### 3.3 Физика и техническая механика

УДК 677.022.4

#### КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЛАТЕКСНЫХ ОПЛЕТЕННЫХ НИТЕЙ

*Куландин А.С., исслед., Буткевич В.Г., к.т.н., доц.,  
Дубаневич Д.Т., ст. преп., Мачихо Т.А., к.т.н, доц.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрено кинематическое исследование процесса формирования латексных оплетенных нитей в момент намотки на бобину с помощью барабанчика крестовой намотки.

Ключевые слова: нить, барабанчик, кинематическое исследование.

В настоящее время в текстильной промышленности используется широкий ассортимент нитей и пряж. В качестве сырья применяют различные виды натуральных и химических волокон. Вырабатываются и используются как одиночные нити, так и многокомпонентные. Одним из видов многокомпонентных нитей являются нити, в которых имеется сердечник из высокорастяжимой текстильной латексной составляющей.

Технологическая схема для получения латексных оплетенных нитей состоит из следующих узлов: для деления ленты латексных нитей на одиночные стренги, для подачи элементарных стренг в рабочую зону веретен, для формирования многокомпонентной латексной оплетенной нити, для формирования бобины с нитью.

В качестве машины-прототипа для разработки была использована машина ОРМ-1. На данной машине установлены барабанчики крестовой намотки (рис. 1), которые получили широкое распространение в текстильной промышленности.

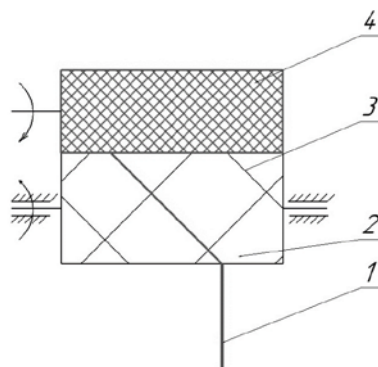


Рисунок 1 – Схема намотки нити на бобину с помощью мотального барабанчика:  
1 – нить, 2 – мотальный барабанчик, 3 – канавки, 4 – бобина с нитью

Нить укладывается в канавку и в результате вращения барабанчика происходит её осевое перемещение и намотка на бобину. Однако следует отметить, что во время намотки при помощи данного устройства происходит изменение линейной скорости движения нити в осевом направлении.

На рисунке 2 представлена схема барабанчика и его развертка.

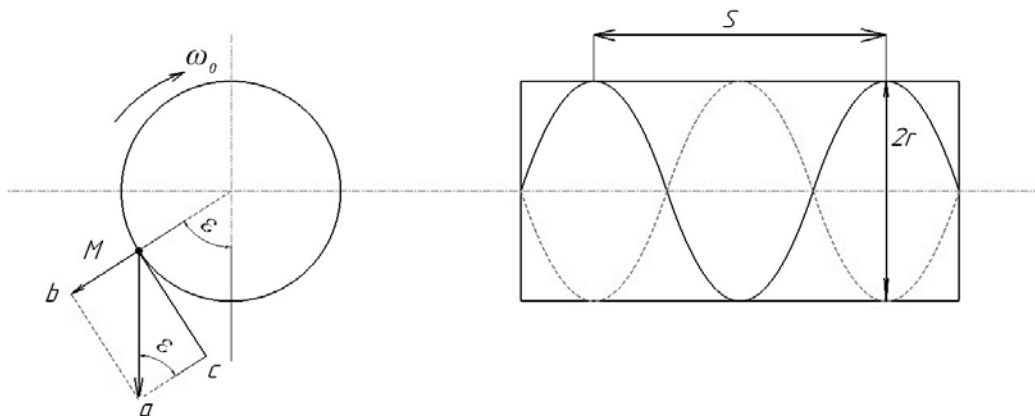


Рисунок 2 – Схема мотального барабаника и его развертка

В данном случае движение материальной точки М может быть охарактеризовано в каждый конкретный момент времени, если будут определены параметры его движения. На рисунке 3 представлена развертка витка и точка М на её поверхности.

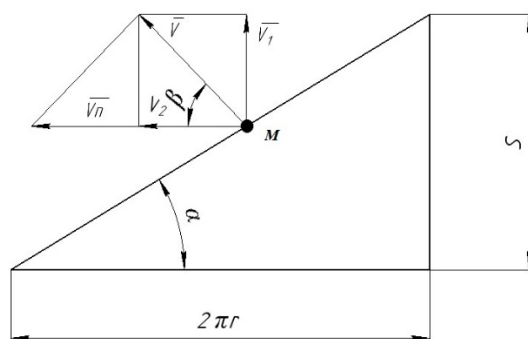


Рисунок 3 – Развертка витка и точка М на её поверхности

Зная  $\beta$ , можно определить вектор абсолютной скорости  $V$  и его составляющие – осевую скорость  $V_1$  и касательную  $V_2$ .

Так как

$$V_n = \omega_o \cdot r, \quad (1)$$

то

$$V = \frac{\omega_o \cdot r \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad (2)$$

$$V_1 = V \cdot \sin \beta = \frac{\omega_o \cdot r \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad (3)$$

$$V_2 = V \cdot \cos \beta = \frac{\omega_o \cdot r \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}. \quad (4)$$

Угловая скорость абсолютного вращательного движения:

$$\omega = \frac{V_2}{r} = \frac{\omega_o \cdot r \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}. \quad (5)$$

Рассмотрим схему действия сил с учетом касательной и нормальной сил инерции, представленных на рисунках 4 и 5,  $C_t$  и  $C_n$ , силы веса  $G$ , нормальной реакции  $N = m \cdot (r \cdot \omega^2 + g \cdot \cos \varepsilon)$ , силы трения  $F = f_2 \cdot N$ .

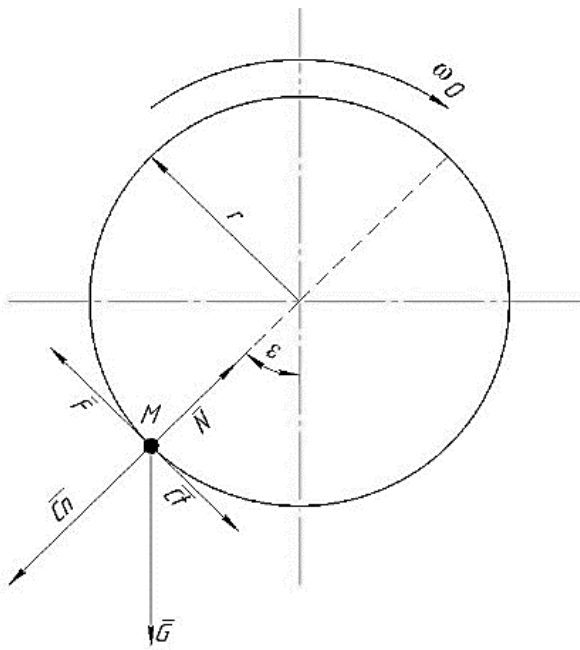


Рисунок 4 – Схема сил

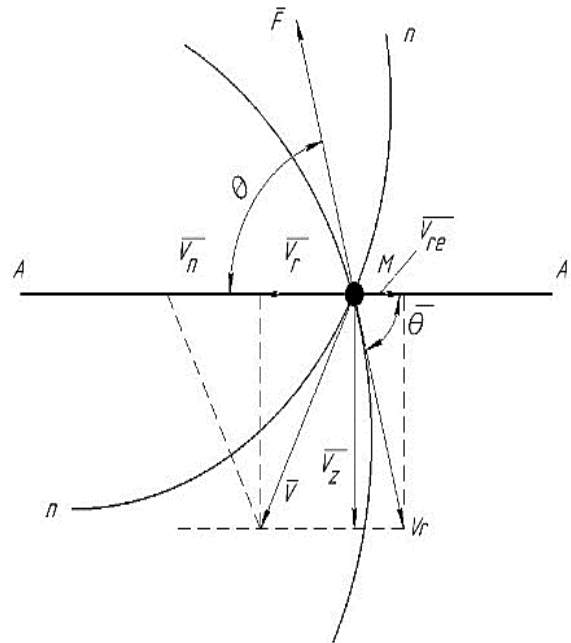


Рисунок 5 – Траектория движения

В результате получено следующее дифференциальное уравнение:

$$\omega = \frac{d\omega}{d\varepsilon} - f_r \cdot \omega^2 = \frac{g}{r} \cdot (f_r \cdot \cos \varepsilon - \sin \varepsilon). \quad (6)$$

Это выражение можно получить из векторного выражения:

$$m \cdot \overline{W} = \overline{G} + \overline{N} + \overline{F}, \quad (7)$$

которое при цилиндрической системе координат  $(g, \varepsilon, z)$  переходит в систему уравнений:

$$\begin{cases} m \cdot (\rho - \rho \cdot \varepsilon^2) = m \cdot g \cdot \cos \varepsilon - N, \\ \frac{m}{\rho} \cdot \frac{d}{dt} \cdot (\rho^2 \cdot \varepsilon) = -m \cdot g \cdot \sin \varepsilon + F \cdot \cos \theta, \\ m \cdot z = -F \cdot \sin \theta. \end{cases} \quad (8)$$

Для горизонтального расположения барабанчика, где относительная и абсолютная траектория совпадают:

$$\omega \cdot \frac{d\omega}{dt} - f_r \cdot \omega^2 = \frac{g}{r} \cdot (f_r \cdot \cos \varepsilon - \sin \varepsilon). \quad (9)$$

Развертка, представленная на рисунке 5, показывает, что абсолютная и относительная скорость имеют траекторию в виде прямой линии A-A, на которой лежат векторы  $V_n$ ;

$$V_{r\varepsilon} = V_r \cdot \cos \theta = V_r.$$

Из рисунка 5 имеем:

$$V_{r\varepsilon} = V_r = V_n - V_\varepsilon = \omega_0 \cdot r - \omega_r = r \cdot (\omega_0 - \omega). \quad (10)$$

Эта формула показывает, что условием, при котором можно принять формулы (6–9), будет  $\omega_0 > \omega$ , т. к. при этом  $V_r \neq 0$ , а наличием относительной скорости точки по отношению к поверхности барабанчика обуславливается существованием силы трения F.

Чтобы уравнения 6 и 9 можно было применить на протяжении всего подъема точки, пока она не отделяется от поверхности барабанчика, необходимо, чтобы скорость барабанчика была больше той максимальной скорости, которую дает уравнение для  $\omega$ .

В результате проделанной работы получены уравнения, описывающие кинематические параметры, при формировании бобины с латексной оплетенной нитью с помощью барабанчика крестовой намотки.