

УДК 677.11.022.35

АНАЛИЗ ТРЕУГОЛЬНИКА КРУЧЕНИЯ

Г.Э. КОПЁНКИН, С.Е. ПРОТАЛИНСКИЙ

(Костромской государственной технологической университет)

Известно, что на процесс формирования пряжи существенное влияние оказывают геометрические параметры треугольника кручения. Так, в [1] исследовано влияние геометрических параметров треугольника кручения на обрывность. Однако в связи с развитием бескольцевых способов прядения (особенно вьюрковых) встала задача силового анализа треугольника кручения, поскольку возникла необ-

ходимость выбора (оптимизации) пневмовьюрковых устройств, а также определения рациональных параметров мычки на выходе вытяжного прибора.

В настоящей работе нами рассматриваются зависимости геометрических параметров треугольника и силовых факторов, участвующих в процессе формирования пряжи.

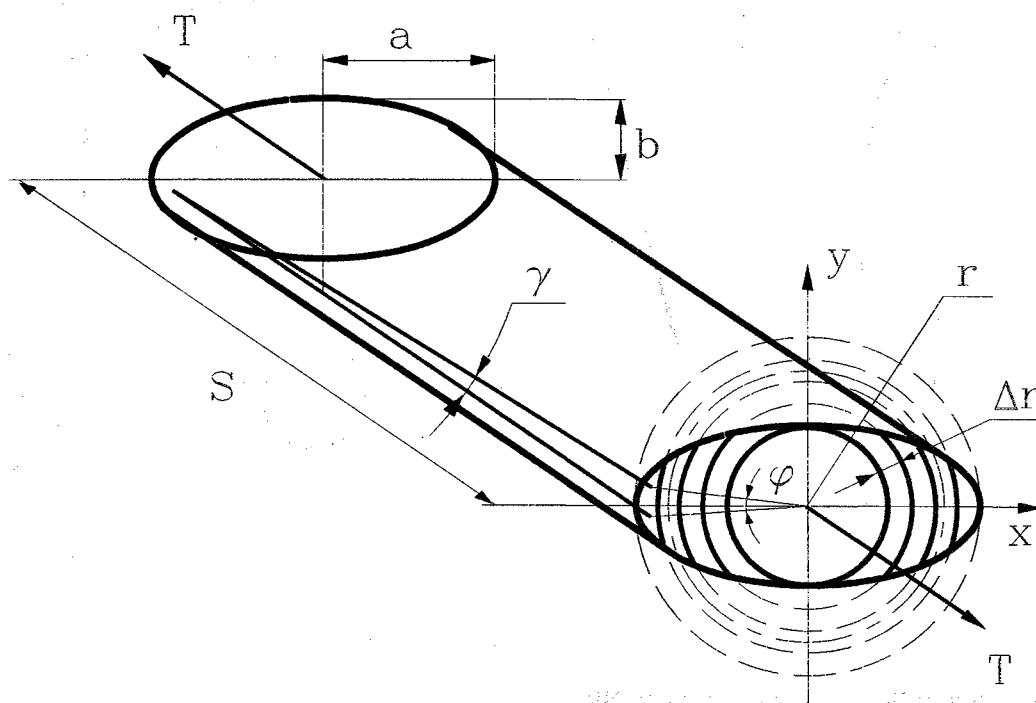


Рис. 1

На выходе из выпускной пары мычка имеет вид плоской ленточки, сечение которой можно представить в виде эллипса с полуосями a и b (рис 1, сечение 1). Для получения пряжи это сечение необходимо трансформировать в круглое диаметром d_n , то есть произвести процесс закручивания мычки, при котором происходит изменение геометрических размеров сечения мычки по мере удаления от выпускной пары, что и образует треугольник кручения.

Момент, необходимый для закручивания мычки в треугольнике крутки, определяется как сумма моментов от упругой деформации закручивания пряжи и сопротивления кручению от натяжения:

$$M = M_k + M_T, \quad (1)$$

где M_k – момент кручения пряжи, M_T – момент, возникающий в результате натяжения пряжи.

Найдем момент кручения пряжи, преодолевающий упругую деформацию мычки в треугольнике, по зависимости из [2]:

$$M_k = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\pi^2 G d_n^6 \cdot a_i^2}{4L (6a_i^4 - d_n^4)} \right], \quad (2)$$

где G – модуль жесткости на кручение; d_n – диаметр пряжи; a_i – ширина выходящей мычки, L – длина треугольника кручения.

На мычку, выходящую из выпускной пары, действует растягивающая сила, создаваемая прядильным устройством. Хотя процесс ложной крутки происходит при нагоне нити, то есть при скорости выпуска пряжи, большей скорости наматывания, ее укрутка создает натяжение мычки и, следовательно, требует от вьюркового устройства дополнительного крутящего момента для формирования пряжи.

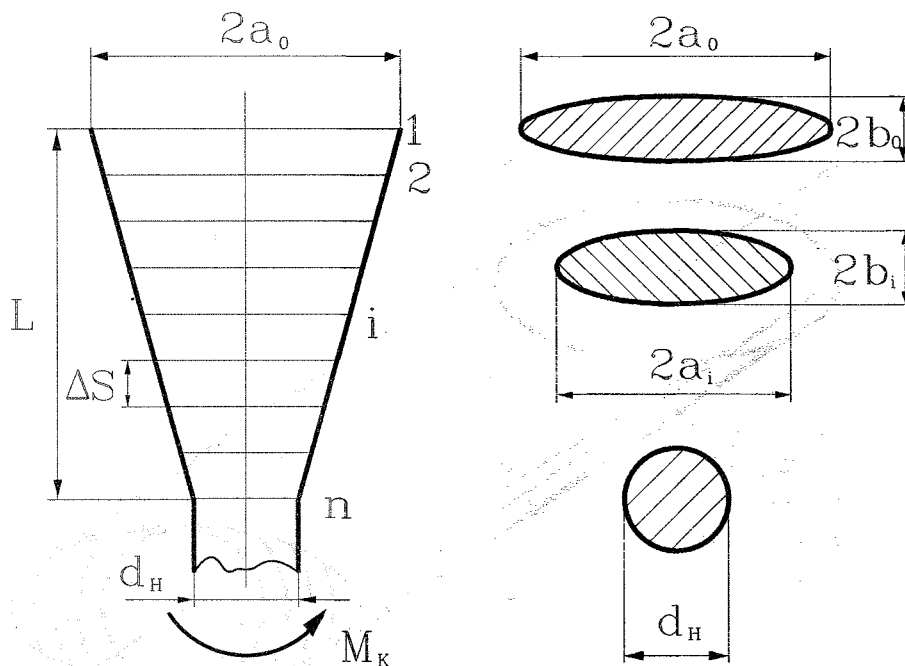


Рис. 2

Для определения этого крутящего момента воспользуемся дискретной моделью. Разобьем треугольник крутки на n плоских сечений (рис 2). При этом будем допускать, что сечения остаются плоскими и поворачиваются без искажения одно относительно другого в пределах упругой деформации, на угол $\Delta\varphi$.

С целью определения момента сопротивления кручению i -го элемента от натяжения пряжи воспользуемся методом дискретизации поперечного сечения в соответствии с [3]. Каждый эллиптический элемент разобьем на p элементарных трубок и определим часть длины окружности среднего радиуса выделенной трубки, вписывающейся в эллиптическое сечение. Причем в дальнейшем эту дугу будем называть активной частью, так как только те волокна, которые помещаются в этой части окружности, будут влиять на момент сопротивления кручению.

Представим, что стенка трубки состоит из модельных дискретных волокон, прижатых друг к другу. Из этой модели следует, что толщина стенки дискретной трубки Δr равна диаметру волокна:

$$\Delta r_i = \frac{a_i}{p}, \quad 1 < i < n, \quad (3)$$

где p – целое число трубок в сечении эллипса.

Тогда в активной части площади сечения j -й трубки имеем количество волокон, определяемых выражением

$$m_{ij} = \frac{2\pi r_{cpij}}{\Delta r_i}, \quad 0 < r_{cpij} < b_i, \quad 1 < j < p, \quad (4)$$

$$m_{ij} = \frac{l_{ij}}{\Delta r_i}, \quad b_i < r_{cpij} < a_i, \quad 1 < j < p. \quad (5)$$

Здесь r_{cpij} – средний радиус j -й элементарной трубки:

$$r_{cpij} = \Delta r_i (j - 0.5),$$

где l_{ij} – длина дуги окружности средней линии j -й элементарной трубки, активной части эллиптического элемента.

Значение определяется из совместного решения уравнений окружности и эллипса относительно центральных осей координат.

$$l_{ij} = \frac{\pi r_{cpij}}{180} \arccos\left(\frac{2r_{cpij}^2 + 4y_{ij}^2}{2r_{cpij}^2}\right), \quad (6)$$

где y_{ij} – длина проекции дуги окружности средней линии j -й элементарной трубки, активной части эллиптического элемента:

$$y_{ij} = b_i \sqrt{\frac{a_i^2 - r_{ij}^2}{a_i^2 - b_i^2}}. \quad (7)$$

Натяжение каждого дискретного волокна при условии, что осевая сила T действует на них равномерно, найдем из соотношения

$$\Delta T = \frac{T}{\sum_{j=1}^p m_j} = \frac{T}{m}. \quad (8)$$

Из условия равенства площадей эллиптических сечений считаем, что количество дискретных элементов во всех сечениях одинаково. Тогда крутящий момент, необходимый для преодоления сопротивления кручению, под действием натяжения T в j -й трубке i -го элемента

$$M_{Tij} = (\Delta T \sin \gamma_i) r_{cpij} m_{ij}, \quad (9)$$

а крутящий момент, необходимый для закручивания i -го дискретного элемента на угол $\varphi = \pi/n$

$$M_{Ti} = \sum_{j=1}^p M_{Tij}. \quad (10)$$

Следовательно, общий момент, необходимый для формирования пряжи при натяжении T :

$$M = M_K + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p M_{Tij}. \quad (11)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов Ю.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1965, №4. С. 56...61.
2. Проталинский С.Е., Копёнкин Г.Э. Дискретная модель кручения мычки // Сб. науч. тр. КГТУ. – Кострома, 1997. С. 109.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 15.10.00.