

УДК 677.058.3(088.8)

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ
ПО ИГЛАМ КОЛЬЦЕВОЙ ШПАРУТКИ**

**CALCULATION METHOD OF SIZE AND LOADING DISTRIBUTION
ON RING TEKPLE NEEDLES**

С.В. БУКИНА

S.V. BUKINA

(Костромской государственной технологической университет)

(Kostroma State Technological University)

E-mail: info@kstu.edu.ru

В работе представлена методика расчета нагрузки по иглам кольцевой игольчатой шпартутки, позволяющая более равномерно распределять нагрузку между кольцами и тем самым улучшить качество вырабатываемой ткани.

The article presents the method of calculation of loading on ring temple needles which allow to distribute loading more evenly between the rings and thus to improve the quality of produced fabric.

Ключевые слова: шпартутка, шпартуточные кольца, реакции игл, натяжение уточин.

Keywords: temple, temple rings, needles reactions, tension of weftings.

Поскольку распределение нагрузки между кольцами шпартутки статически неопределимо [1], рассмотрим шпартутку с наколотой тканью согласно [2] как дискретную систему, сделав допущение, что иглы расположены на среднем радиусе кольца шпартутки (рис. 1 – расчетная схема шпартутки при силовом взаимодействии с тканью).

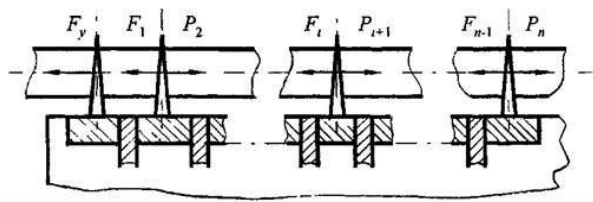


Рис.1

Рассмотрим условия совместности деформации элементов системы. Эти условия вдоль центральной линии ткани имеют вид:

$$\delta_i + \xi_i = \delta_{i+1} + \xi_{i+1} + \varepsilon_i, \quad (1)$$

где δ_i – смещение ткани на игле шпартуточного кольца; ξ_i – деформация иглы и кольца; ε_i – деформация ткани между i и $(i+1)$ -й иглой; $i = 1, 2, \dots, n$ – номер иглы, где n – количество игл в ряду.

Так как деформация игл и кольца по отношению к деформации ткани незначительна [3], то, пренебрегая деформацией иглы и кольца, можем записать:

$$\delta_i = \delta_{i+1} + \varepsilon_i. \quad (2)$$

Сдвиговую деформацию (смещение) ткани на игле δ можно считать пропорциональными действующей нагрузке:

$$\delta_i^j = qP_i^j.$$

Тогда

$$\delta_i = \sum_{j=1}^k qP_i^j = \frac{q}{k} P_i, \quad (3)$$

где q – коэффициент податливости ткани на одной игле; k – количество игл, взаимодействующих с тканью; P_i^j – реакция j -й иглы на натяжение ткани.

Деформация ткани на i -м промежутке между иглами:

$$\varepsilon_i = \frac{F_i}{c}, \quad (4)$$

где c – коэффициент жесткости i -го участка ткани по утку.

После подстановки (3) и (4) в (1) получим:

$$\frac{q(P_i - P_{i+1})}{k} = \frac{F_i}{c}. \quad (5)$$

Натяжение уточин, действующих на один ряд в промежутке между i -м и $(i+1)$ кольцом:

$$F_i = (F_y - F_{tp}) - \sum_{j=1}^i P_j. \quad (6)$$

Откуда

$$P_i = F_{i-1} - F_i, \quad P_{i+1} = F_i - F_{i+1}. \quad (7)$$

После подстановки (7) в (5) получаем систему алгебраических уравнений относительно натяжения ткани на участках между кольцами шпартуки:

$$F_{i-1} - 2F_i + F_{i+1} = aF_i, \quad i = 1, 2, \dots, (n-1), \quad (8)$$

где

$$a = \frac{ck}{q}, \quad (9)$$

или в матричном виде:

$$\underline{b} \cdot \underline{F} = 0, \quad (10)$$

где \underline{b} – ленточная матрица с элементами $b = -(2 + ck/q)$ на диагонали; \underline{F} – вектор-столбец неизвестных натяжений ткани по участкам.

Для решения этой системы необходимо ее дополнить условиями на границах:

$$F_0 = F_y - F_{tp}, \quad F_n = 0. \quad (11)$$

Тогда корни системы определяются численными методами. Приближенное решение системы можно получить путем введения непрерывной функции $F(x)$ такой, что $\lim F(x) = F_i$. Если $F(x)$ непрерывна и имеет непрерывные производные по (i) , то в соответствии с формулой Тейлора уравнение (8) можем записать:

$$\frac{d^2 F}{dx^2} + \frac{2}{4!} \frac{d^4 F}{dx^4} + \dots = p^2 F,$$

где

$$p^2 = \frac{1}{cq}. \quad (12)$$

Пренебрегая высшими производными, получим линейное дифференциальное уравнение относительно натяжения ткани:

$$\frac{d^2 F}{dx^2} - p^2 F = 0. \quad (13)$$

Решение уравнения можем записать в следующем виде:

$$F(i) = Ae^{pi} + Be^{-pi}.$$

Постоянные интегрирования A и B определяются из граничных условий (11):

$$A = -\frac{(F_y - F_{tp})e^{-pn}}{(e^{pn} - e^{-pn})}, \quad B = \frac{(F_y - F_{tp})e^{pn}}{(e^{pn} - e^{-pn})}.$$

Значения силы, действующей на одну иглу одного кольца в конструкции шпартутки, определяются уравнением (7) или в приближенном решении:

$$P(i) = A(e^p - 1)e^{pi} + B(e^p - 1)e^{-pi}$$

Данное уравнение можно решить, численно учитывая, что функция $P(i)$ существует только для целых значений i . Для дробных показателей она не имеет физического смысла. Результаты расчета по данной методике представлены графиком на рис. 2 (изменение натяжения уточных нитей и реакций игл верхнего и нижнего рядов в зависимости от номера участка между кольцами).

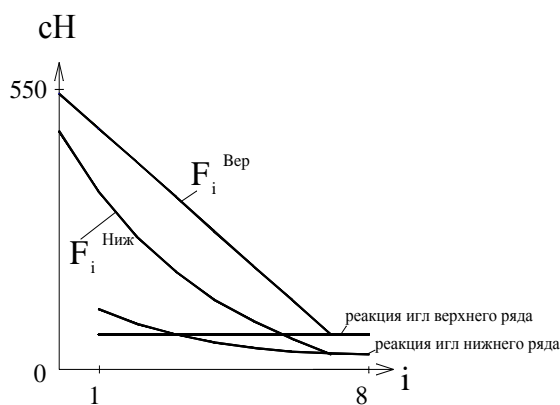


Рис. 2

ВЫВОДЫ

Зная шаг игл по верхнему ряду, радиус колец, шаг колец и угол наклона первого кольца к плоскости ткани, можно рассчитать необходимые углы наклона последующих колец, что позволит равномерно распределить нагрузку по кольцам шпартутки и тем самым улучшить качество ткани и уменьшить износ игольчатых колец.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проталинский С. Е., Букина С. В., Кулемкин Ю. В. Распределение нагрузки на шпартуточные кольца // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности – 1998, №2. С.37...40.
2. Букина С.В. Разработка конструкции и методов проектирования дифференциальных шпартуток ткацких станков: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1999.
3. Букина С.В., Проталинский С.Е., Сторц Т.П., Кулемкин Ю.В. Моделирование силового воздействия ткани на шпартутку // Изв. вузов, Технология текстильной промышленности. – 1996, №6. С.51...55.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 01.06.12.