

УДК 677.017.7.

УРАВНЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ НИТИ КОРЕННОЙ ОСНОВЫ В ЗОНЕ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТКАНИ

В. Н. ВАСИЛЬЧЕНКО, В. Ю. ЩЕРБАНЬ

(Киевский технологический институт легкой промышленности)

На рис. 1 приведена схема зоны формирования тканых наружных слоев многослойной технической ткани, составленная на основе анализа фотографий срезов опушки ткани вдоль коренных основных нитей, в момент крайнего переднего положения батана. Порядок фазы строения тканого слоя близок к IX (урработка по утку $< 1\%$), что объясняется большой плотностью по основе и видом переплетения.

В момент прибоа уточной нити I происходит перемещение бердом опушки ткани [1, с. 49]. Величина перемещения для станка АТТ-120-5М

$$\lambda_n = 9,58 (1 - \cos \alpha_{np} + 0,41 \sin^2 \alpha_{np}), \quad (1)$$

где

λ_n — величина прибойной полоски, см;

$\alpha_{np} = 0,41$ рад — величина прибойной полоски в углах поворота колеччатого вала, определяемая из осциллограммы на рис. 2.

С учетом этого $\lambda_n = 1,4$ мм.

На основе исследования установлено, что зона формирования заканчивается на второй половине дуги охвата коренной основной нитью

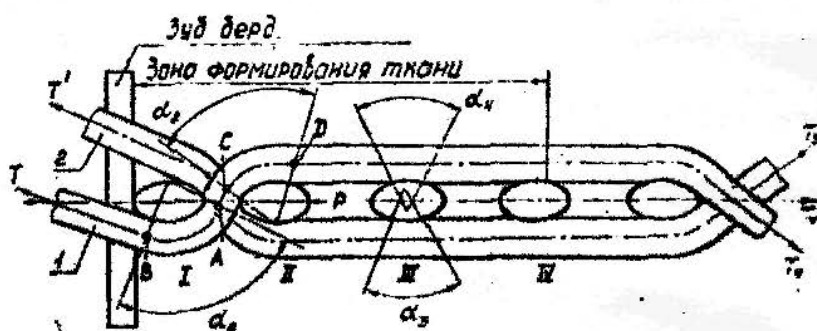


Рис. 1.

IV уточины. При составлении уравнения равновесия считаем, что коренная основная нить нерастяжимая [1, с. 13] и жесткая на изгиб [2, с. 16]. В зоне контакта происходит деформация поверхности утка и основы, что необходимо учитывать в уравнениях равновесия путем введения опытного коэффициента, характеризующего величину дополнительного тангенциального сопротивления при движении нити по направляющей поверхности [3, с. 58]. На рис. 3 приведена схема взаимодействия коренной основной нити I с поверхностью I уточинной нити (рис. 1).

Равновесие элемента dS описывается системой уравнений [4, с. 52]:

$$dT/dS - (d\varphi/dS)Q = kN, \quad (2)$$

$$dQ/dS + (d\varphi/dS)T = N, \quad (3)$$

$$\pm dM/dS + Q + kr_y N = 0, \quad (4)$$

$$M = B_T(d\varphi/dS), \quad (5)$$

$$B_T = B_H = 0,756 + 3,81 \cdot 10^{-3}K, \quad (6)$$

где T — натяжение коренной основной нити;

Q — перерезывающая сила в сечении нити;

N — нормальная реакция поверхности;

M — величина изгибающего момента в сечении нити;

k — коэффициент трения (сила трения на дуге охвата подчиняется закону Амонтона);

B_T — текущий коэффициент изгибной жесткости;

B_H — начальный коэффициент изгибной жесткости (приведена одnofакторная регрессионная модель зависимости изгибной жесткости от крутки капроновой комплексной нити 29 текс $\times 2 \times 3$);

φ — угол охвата утка основной нитью;

r_y — радиус кривизны сечения уточинной нити;

S — дуговая координата.

Знаки плюс и минус в (4) соответствуют движению нити в сторону увеличения или уменьшения кривизны направляющей поверхности.

При решении системы уравнений (2..6) величина удельного нормального давления N на поверхности контакта определяется по формуле [3, с. 58]:

$$N = (cT_0/r_y) \exp A\varphi, \quad (7)$$

где

$$A = kr_y/(r_0 + r_y), \quad (8)$$

c — опытный коэффициент, учитывающий замену реальных размеров поперечных сечений нитей их расчетными значениями в (7) и (8);

T_0 — натяжение ведомой ветви нити;

r_0 — радиус кривизны сечения коренной основной нити.

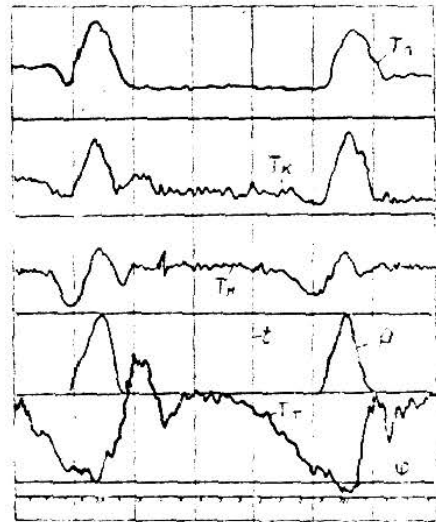


Рис. 2.

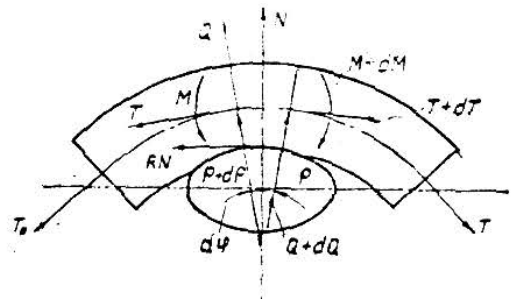


Рис. 3.

Решая совместно (2), (4), (5), (7) и (8), получаем

$$dT/dS \pm B_T (d\varphi/dS) (d^2\varphi/dS^2) + ckT_0 (d\varphi/dS) \exp A\varphi = \\ = (ckT_0/r_y) \exp A\varphi: \quad (9)$$

Преобразовывая (9)

$$dT \pm B_T (d\varphi/dS) d(d\varphi/dS) + ckT_0 \exp(A\varphi) d\varphi = \\ = ckT_0 r_y^{-1} \exp(A\varphi) \rho(\varphi) d\varphi \quad (10)$$

и далее интегрируя, имеем

$$T \pm 0,5B_T/\rho^2 + cT_0(r_y + r_0) \exp(A\varphi)/r_y = cT_0(r_y + \\ + r_0) \rho^* \exp(A\varphi)/r_y^2 + c_1, \quad (11)$$

где c_1 — произвольная постоянная, определяемая из граничных условий при $\varphi=0$, $T=T_0$ и $\rho=\rho_0$;

ρ — радиус кривизны оси нити;

$\rho^* = r_0 + r_y$ — значение радиуса кривизны оси нити, усредненное на основании первой теоремы о среднем.

Окончательно

$$T = T_0 \{ 1 + cr_0(1 + r_0/r_y) [\exp(A\varphi) - 1]/r_y \} \pm 0,5B_T (1/\rho_0^2 - 1/\rho^2): \quad (12)$$

Это уравнение описывает равновесие на направляющей поверхности упругой на изгиб нити с учетом деформации направляющей поверхности. На основании этого выражения уравнение равновесия нити коренной основы в зоне формирования тканого наружного слоя (рис. 1) имеет вид

$$T = T_0 \{ 1 + cr_0(1 + r_0/r_y) [\exp(A\alpha_0) - 1]/r_y \} - 0,5B_T (1/\rho^2_A - 1/\rho^2_B), \quad (13)$$

$$T_0 = T_1 \{ 1 + cr_0(1 + r_0/r_y) [\exp(A\alpha_2) - 1]/r_y \} + 0,5B_T/\rho^2_c, \quad (14)$$

$$T_1 = T_T + 2F, \quad (15)$$

где T_T — натяжение ткани, приходящееся на одну нить основы (определяется экспериментально по диаграмме на рис. 2);

$2F$ — силы трения между коренной основной нитью и поверхностью уточных нитей III и IV; с учетом строения ткани можно принять $F=0$.

Знак минус в формуле (13) перед вторым членом соответствует движению нити в сторону уменьшения кривизны, а знак плюс в формуле (14) наоборот, что объясняется постепенным увеличением нормального давления между I уточной и коренной основной нитями, приводящим к уменьшению кривизны направляющей поверхности. При скольжении по II уточной нити коренная основная нить постепенно увеличивает свою кривизну.

Для определения коэффициента c воспользуемся результатами экспериментальных исследований (рис. 2). Натяжение T коренной основной нити на участке опушка — ремиз находим из уравнения равновесия опушки ткани:

$$T_c \cos \alpha_1 + T_k \cos \alpha_2 + T_n \cos \alpha_3 = P + T_T,$$

где T_c , T_k , T_n — натяжение соответственно связующей, коренной и наполнительной основы;

α_1 , α_2 , α_3 — углы наклона соответствующих основных нитей к оси ткани в момент прибоя;

P — сила прибоя;

T_T — натяжение ткани.

Для капроновых комплексных нитей 29 текс ($S 110 \times 2$; $S 30 \times 3$; $Z 180$ по ГОСТ 16736—71), из которых состоят тканые наружные слои, величина коэффициента c рассчитывалась при $T=180$ сН, $T_1=10$ сН, $B_T=1,6$ сН мм², $r_0=r_y=0,49$ мм, $\rho_A=\rho_c=r_0+r_y=0,98$ мм, $\alpha_3=2,27$ рад,

$\alpha_1 = 1,57$ рад, $k = 0,19$. В результате из уравнений (8), (13)...(15) получено $c = 10$.

ВЫВОДЫ

1. Получены уравнения (13)...(15) равновесия коренной основной нити в зоне формирования тканого наружного слоя многослойной технической ткани.

2. На основании экспериментальных данных определен опытный коэффициент, входящий в выражения (13) и (14).

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильченко В. Н. Исследование процесса прибоа утка. — М.: Гизлегпром, 1959.
2. Мигушов И. И. Механика текстильной нити и ткани. — М.: Легкая индустрия, 1980.
3. Васильченко В. Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1977. № 3. С. 55...59.
4. Мигушов И. И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1978. № 3. С. 48...53.

Рекомендована кафедрой теоретической и прикладной механики. Поступила 3.IV.1985 г.
