

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИЗГИБА НИТЕЙ ОСНОВЫ В ТКАНЯХ НОВЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ ИЗГИБА

*Т.Ю. КАРЕВА*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

В процессе изготовления по способу [1] тканей новых структур (тканей с переменным направлением осей нитей основы) нити основы не остаются параллельными, а взаимодействуют друг с другом, то есть находятся под определенным углом  $2\alpha$  между собой и углом  $\beta$  к нитям утка.

Для определения параметров строения ткани изобразим (рис.1) расположение систем нитей основы и нитей утка с учетом их взаимодействия в пределах раппортов по основе и утку. Выделим, например, нить основы  $O_1$  одной системы, и рассмотрим взаимодействие ее с нитями утка и нитями основы другой системы ( $O_1'$  и  $O_2'$ ).

Раппорт по утку равен 9 уточным нитям. Этот раппорт состоит из элементарных раппортов, в которых нити основы одной системы одинаково взаимодействуют с нитями утка и нитями основы другой системы. Таким образом, с целью определения величины изгиба нитей основы в пределах раппорта переплетения рассмотрим величины высот волн изгиба нити основы внутри элементарных раппортов, то есть исследуем по отдельности каждый участок, и запишем уравнения связи для стыков всех этих элементарных участков.

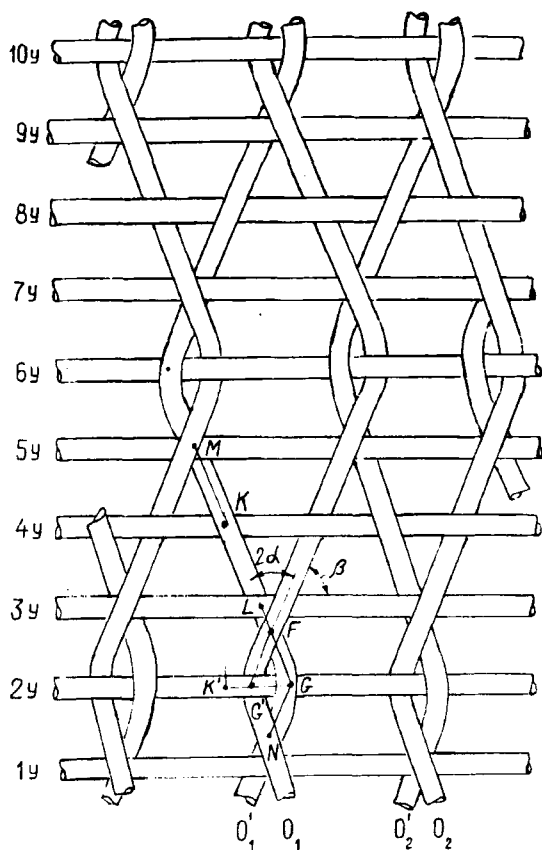


Рис. 1

Следует отметить, что представленные здесь теоретические выводы касаются прямолинейного участка взаимодействия нитей основы с нитями утка. Участок раппорта FGN (рис. 1) будет рассмотрен отдельно.

$$E_0 J_0 y'' = M_n + F_0 y - \left( \frac{N}{2} - N_y \right) x - N_y (x - a) = M_n + N_y a + F_0 y - \frac{N}{2} x, \quad (1)$$

где  $E_0$  – модуль упругости нити;  $J_0$  – момент инерции сечения нити;  $M_n$  – изгибающий момент;  $N_y$  – сила нормального давления нитей утка в месте взаимодействия нитей основы;  $F_0$  – натяжение нитей основы.

Ход решения уравнения (1) известен [2], поэтому полностью его не приводим. Общее решение уравнения (1) имеет вид:

$$y = \frac{N_x}{2F_0} - \frac{M_n + N_y a}{F_0} + C_1 e^{Ax} + C_2 e^{-Ax}, \quad (2)$$

Как видим из рис.1, уточные нити переплетаются с нитями основы систем  $O_1'$  и  $O_1$  полотняным переплетением. Примем в первом приближении, что все уточные нити в пределах раппорта переплетения по утку одинаково нагружены со стороны нитей основы  $O_1, O_2$  и  $O_1' и O_2'$ , причем нити основы имеют одинаковое натяжение  $F_0$ ; расстояние между уточными нитями примерно одинаковое.

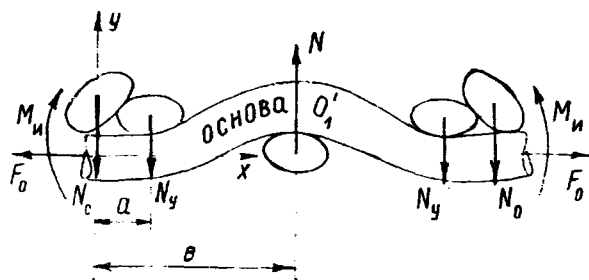


Рис. 2

Рассмотрим представленную на рис. 2 геометрическую модель строения ткани с переменным направлением осей нитей основы на участке элементарного раппорта взаимодействия нити основы  $O_1'$  "нижней" системы основных нитей с 3, 4 и 5-й уточными нитями. На рис. 1 это соответствует отрезку FLKM.

Запишем дифференциальное уравнение изгиба нити  $O_1'$ :

$$\text{где } A = \sqrt{\frac{F_0}{E_0 J_0}}; a = FL = KG - FG - KL.$$

$$\text{Согласно рис.1 } KG = \frac{2l_y}{\sin \beta}, KL = \frac{l_y}{\sin \beta}.$$

Величину  $FG$  определим из равнобедренного треугольника  $FGG'$ , используя теорему синусов и приняв во внимание, что согласно особенности изготовления и строения ткани новой структуры  $GG' = d_0 + d_y$ :

$$FG = \frac{(d_0 + d_y) \sin \beta}{\sin 2\alpha}.$$

Тогда

$$a = FL = KG - FG - KL = \frac{l_y}{\sin\beta} - \frac{(d_0 + d_y) \sin\beta}{\sin 2\alpha}. \quad (3)$$

Определим согласно рис. 2 постоянные  $C_1$  и  $C_2$  и изгибающий момент  $M_H$  из граничных условий ( $y=0, x=0$ ;  $y'=0, x=0$ ) и

дополнительного условия  $y'=0, x=b$ , где  $b$  из  $\Delta KK'G$  (рис. 1):

$$b = KF = KG - FG = \frac{2l_y}{\sin\beta} - \frac{(d_0 + d_y) \sin\beta}{\sin 2\alpha}. \quad (4)$$

При  $y=0, x=0$ :

$$C_1 + C_2 = \frac{M_H + N_y a}{F_0}. \quad (5)$$

$$y' = \frac{N}{2F_0} + AC_1 e^{Ab} - AC_2 e^{-Ab} = 0. \quad (7)$$

Из уравнения (6) имеем

При  $y'=0, x=0$ :

$$y' = \frac{N}{2F_0} + AC_1 e^{A0} - AC_2 e^{-A0} = 0, \quad (6)$$

$$C_1 = C_2 - \frac{N}{2F_0 A}, \quad (8)$$

$$-\frac{N}{2F_0} = A(C_1 - C_2).$$

$$C_2 = C_1 + \frac{N}{2F_0 A}. \quad (9)$$

Для определения  $C_1$  подставим (9) в (7) и получим

При  $y'=0, x=b$ :

$$y' = \frac{N}{2F_0} + AC_1 e^{Ab} - Ae^{-Ab} \left( C_1 + \frac{N}{2F_0 A} \right) = 0, \quad (10)$$

$$C_1 = \frac{N(e^{-Ab} - 1)}{4F_0 A \operatorname{sh}(Ab)}.$$

$C_2$  найдем, подставив (8) в (7):

$$y' = \frac{N}{2F_0} + Ae^{Ab} \left( C_2 - \frac{N}{2F_0 A} \right) - Ae^{-Ab} C_2 = 0, \quad (11)$$

$$C_2 = \frac{N(e^{Ab} - 1)}{4F_0 A \operatorname{sh}(Ab)}.$$

Изгибающий момент  $M_H$  определим, подставив (10) и (11) в (5):

$$\frac{N(e^{-Ab} - 1)}{4F_0 A \operatorname{sh}(Ab)} + \frac{N(e^{Ab} - 1)}{4F_0 A \operatorname{sh}(Ab)} = \frac{M_H + N_y a}{F_0}, \quad (12)$$

$$M_H = \frac{N[\operatorname{ch}(Ab) - 1]}{2A \operatorname{sh}(Ab)} - N_y a.$$

Подставив выражение  $M_H$  в (2) и приняв  $x=b$ , получим формулу для определения высоты волны изгиба нити основы:

$$y = h_{01} = \frac{Nb}{2F_0} - \frac{N[\operatorname{ch}(Ab) - 1]}{2A \operatorname{sh}(Ab) F_0} + \frac{N(e^{-Ab} - 1)e^{Ab}}{4F_0 A \operatorname{sh}(Ab)} + \frac{N(e^{Ab} - 1)e^{-Ab}}{4F_0 A \operatorname{sh}(Ab)} = \frac{N}{2F_0} \left( b + \frac{2[1 - \operatorname{ch}(Ab)]}{A \operatorname{sh}(Ab)} \right). \quad (13)$$

Для получения окончательной формулы высоты волны изгиба нити основы "нижней" системы ( $O_1'$ ) в пределах элементарного раппорта взаимодействия нити основы  $O_1'$  "нижней" системы основных

нитей с 3, 4 и 5-й уточными нитями подставим в (13) выражение (4) и учитывая, что  $\sin 2\alpha = 2\sin\beta\cos\beta$  и  $l_y = \frac{100}{P_y}$ , получим

$$h_{01'} = \frac{N}{2F_0} \left[ \frac{200}{P_y \sin\beta} - \frac{d_0 + d_y}{2 \cos\beta} + \sqrt{\frac{E_0 J_0}{F_0}} \frac{2 \left[ 1 - \operatorname{ch} \left( \sqrt{\frac{F_0}{E_0 J_0}} \left( \frac{200}{P_y \sin\beta} - \frac{d_0 + d_y}{2 \cos\beta} \right) \right) \right]}{\operatorname{sh} \left( \sqrt{\frac{F_0}{E_0 J_0}} \left( \frac{200}{P_y \sin\beta} - \frac{d_0 + d_y}{2 \cos\beta} \right) \right)} \right]. \quad (14)$$

В представленной формуле неизвестной величиной является сила нормального давления нитей утка на нить основы. Определение ее рассмотрим отдельно.

### ВЫВОДЫ

На основе линейной теории изгиба методом начальных параметров получена формула для определения высоты волны изгиба нитей основы в элементе ткани новой структуры, где нити основы взаимодействуют между собой, переплетаясь с нитями утка.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент №2096543 РФ, ДОЗД19/00. Способ получения ткани на ткацком станке. – Оpubл. 1997. Бюл. № 32.
2. Научн.-исслед. тр. ЦНИХБИ: Сб. работ за 1964 г. под ред. к.т.н. Н.И. Золотарева. – М.: Легкая индустрия, 1966. С. 408...418.

Рекомендована кафедрой качества. Поступила 12.04.02.