

ОБОСНОВАНИЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УГЛА РАЗВОРОТА ГЛАЗКА ГАЛЕВА ОТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОСНОВНОЙ НИТЬЮ В ПРОЦЕССЕ ТКАЧЕСТВА

Л.А. СЕКОВАНОВА, А.П. СОРКИН

(Костромской государственный технологический университет)

Согласно Техническим условиям (П 23.00.00.000. ТУ) глазок пластинчатого галева повернут относительно плоскости ушек на угол $\theta_0 = 30^\circ$. За счет зазора между ушком галева и галевоносителем галево имеет возможность поворота на некоторый дополнительный угол $\theta_{\text{доп}}$. В этом случае полный угол поворота глазка $\theta = \theta_0 + \theta_{\text{доп}}$.

Для расчета стрелы прогиба галева необходимо знать угол приложения изгибающей силы к плоскости глазка, то есть угол разворота глазка относительно движущейся нити. Существование дополнительного угла разворота глазка за счет поворота галева вокруг своей оси позволит уточнить величину стрелы прогиба галева и, следовательно, величину контактных напряжений, возникающих при взаимодействии нити с глазком в процессе ткачества.

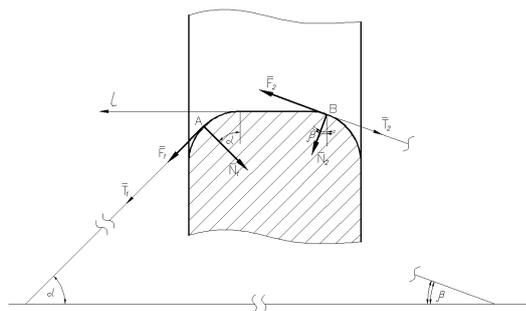


Рис. 1

Основная нить в процессе тканеобразования перемещается в переднюю часть зева от действия основного и товарного регуляторов, а также вследствие разности натяжений передней T_1 и задней T_2 ветвей зева (рис.1).

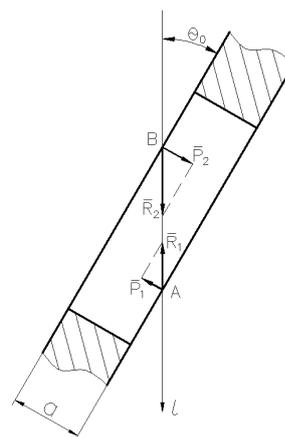


Рис. 2

При перемещении ремизы из верхнего положения вниз и из нижнего – вверх глазок галева проходит линию заступа и некоторый период времени не соприкасается с нитью. Затем подхватывает движущуюся нить под углом θ_0 к плоскости глазка (рис.2).

На галево действуют силы нормального давления \bar{N} и силы сопротивления перемещению. Сила нормального давления направлена по нормали к поверхности контакта в сторону галева. Закон трения по Кулону $F = A + f N$, где A – величина силы сцепленности; N – величина силы нормального давления; f – коэффициент трения скольжения нити по поверхности глазка. Сцепленность – сопротивление, возникающее при относительном перемещении двух соприкасающихся тел при нулевом нормальном давлении. При трении текстильных нитей по металлу величиной этой силы обычно пренебрегают и пользуются законом Амонтона: $F = f N$.

При перемещении нити по поверхности глазка пластинчатого галева силы нор-

мального давления возникают только на цилиндрических кромках глазка, а на плоской части поверхности они равны нулю.

Взаимодействуя с крученой нитью, глазок галева оказывает на волокна сдвигающие и растягивающие усилия. В работе [1] показано, что при совпадении направлений крутки пряжи и разворота глазка (S-S или Z-Z) сдвигающие усилия больше по величине, чем растягивающие. Поэтому в этом случае происходит сгон крутки, то есть увеличивается число кручений в набегающей ветви нити.

Таким образом, сила сопротивления движению нити складывается как из силы трения, так и из силы, совершающей работу над нитью (сгон крутки, смятие, обрывы и выдергивание волокон и т.п.). Причем, как отмечается в [2], вторая составляющая может преобладать.

На рис.1 представлено сечение глазка плоскостью, проходящей через ось нити и вертикальную ось галева, где ось ℓ направлена в сторону передней части зева.

Рассмотрим схему сил, действующих на галево от взаимодействия с основной нитью.

Известно, что на краях участка контакта нити с цилиндрической поверхностью происходит рост давления, пропорциональный перерезывающей силе в краевом сечении [2]. Поэтому можно допустить, что равнодействующие сил нормального давления \bar{N}_1 и \bar{N}_2 на передней и задней цилиндрических кромках глазка приложены соответственно в точках А и В краевых сечений (рис.1).

В точке В происходит внедрение кромки глазка галева в нить, увеличивается площадь фактического контакта нити с глазком. Поэтому есть основание считать, что сила сопротивления движению F_2 на задней кромке глазка больше, чем F_1 – на передней, так как сила

$$F_1 = fN_1,$$

а сила

$$F_2 = fN_2 + F_{\text{сд}},$$

где $F_{\text{сд}}$ – сила сдвигового сопротивления.

Обозначим

$$\bar{R}_1 = \bar{N}_1 + \bar{F}_1, \quad \bar{R}_2 = \bar{N}_2 + \bar{F}_2.$$

Проекции этих сил на ось ℓ вычисляются по формулам:

$$R_1 = n p_{\ell} \bar{F}_1 + n p_{\ell} \bar{N}_1 = F_1 \cos \alpha - N_1 \sin \alpha, \quad (1)$$

$$R_2 = n p_{\ell} \bar{F}_2 + n p_{\ell} \bar{N}_2 = F_2 \cos \beta + N_2 \sin \beta, \quad (2)$$

где α и β – углы, образованные соответственно передней и задней ветвями зева с линией заступа.

Составляющими сил \bar{R}_1 и \bar{R}_2 , приложенными перпендикулярно плоскости глазка, будут силы \bar{P}_1 и \bar{P}_2 (рис.2), значения которых равны

$$P_1 = R_1 \sin \theta_0 \quad \text{и} \quad P_2 = R_2 \sin \theta_0. \quad (3)$$

Силы \bar{P}_1 и \bar{P}_2 образуют крутящий момент, равный

$$M_{\text{кр}} = r |\bar{P}_1 - \bar{P}_2| = 0,5 a r \theta_0 (P_1 + P_2). \quad (4)$$

В действительности крутящий момент будет больше, чем определяемый формулой (4), так как под действием сил нормального давления нить сминается и плечо пары сил r увеличивается.

Преобразуем формулу (4) с учетом выражений (1) – (3). Получим

$$M_{\text{кр}} = 0,5 a \cos \theta_0 (fN_1 \cos \alpha - N_1 \sin \alpha + fN_2 \cos \beta + F_{\text{сд}} \cos \beta + N_2 \sin \beta). \quad (5)$$

Для того, чтобы оценить величину крутящего момента $M_{\text{кр}}$, положим

$$F_{\text{сд}} = fN, \quad N_1 = N_2 = 0,5N,$$

где $N = T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta$ – величина вертикальной составляющей равнодействующей сил натяжения передней и задней

ветвей зева. Тогда фактический крутящий момент будет не меньше вычисленного (с учетом допущений) по формуле

$$M_{кр} = 0,25aN \cos \theta_0 (f \cos \alpha - \sin \alpha + 3f \cos \beta + \sin \beta). \quad (6)$$

Поскольку N, α, β зависят от угла поворота главного вала φ , то и крутящий момент $M_{кр} = M_{кр}(\varphi)$ является функцией угла φ .

Развороту галева под действием крутящего момента $M_{кр}$ препятствует момент трения ушка относительно опоры – галевоносителя. Горизонтальные опоры валов, передающих осевую нагрузку, называют пятой, опорой скольжения, воспринимающую осевую нагрузку – подпятником. В случае взаимодействия галева с галевоносителем пятой является плоская поверхность ушка, контактирующая с галевоносителем – подпятником. Если отверстие ушка имеет прямоугольную форму, то опора, передающая осевую нагрузку, будет плоской и сплошной (сплошная пята).

Момент трения согласно [3] равен

$$M_T = \mu P_o r_{пр}, \quad (7)$$

где P_o – сила, действующая на опору со стороны галева; $r_{пр}$ – приведенный радиус пяты; $\mu = 0,15 \div 0,25$ – коэффициент трения стали о сталь.

Для сплошной пяты, что имеет место в нашем случае, приведенный радиус

$$r_{пр} = \frac{1}{3} d_n,$$

где d_n – диаметр пяты в упорном подпятнике, который можно принять равным диаметру прямоугольной площадки контакта, то есть $d_n = \sqrt{a^2 + b^2}$; b – толщина галевоносителя; a – толщина пластины галева.

Если галево неподвижно (фаза выстоя ремиз), то

$$P_o = mg + N,$$

где m – масса галева, г; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Если же ремиза вместе с галевом движется с ускорением $w_H = w(\varphi)$, то

$$P_o = m(g \pm w_H) + N. \quad (8)$$

При перемещении ремиз в фазе раскрытия зева $w_H < 0$, при закрытии зева $w_H > 0$. Следовательно, из формулы (8) вытекает, что сила P_o зависит от величины и знака ускорения, с которым движется ремиза. Поэтому момент сопротивления развороту галева $M_T = M_T(\varphi)$ также является функцией угла поворота главного вала φ .

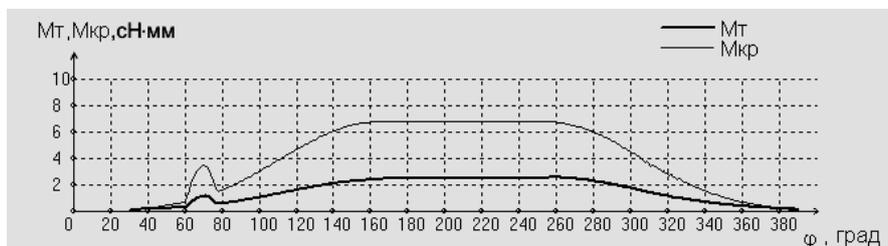


Рис. 3

Для некоторого набора входных параметров ($a=0,3$ мм; $b=1,5$ мм; $f=0,3$; $\mu=0,15$;

$m=1,75$ г) и расчетных значений $N(\varphi)$ и

$w_H(\varphi)$ построены графики значений $M_{кр}$ и M_T за период образования одного элемента ткани при углах заступа и прибоа, равных соответственно 30 и 70° (рис.3).

Из приведенных графиков следует, что сопротивление повороту галева меньше, чем возникающий от взаимодействия с нитью крутящий момент. Следует отметить, что при наличии вибрации на ткацком станке в некоторые моменты времени сопротивление повороту может оказаться равным нулю. Следовательно, от взаимодействия с основной нитью галево поворачивается и появляется дополнительный угол разворота глазка.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что в процессе тканеобразования от взаимодействия галева с основной нитью возникает крутящий момент, который превосходит по величине момент трения ушка по галевоносителю.

2. Галево поворачивается вокруг своей вертикальной оси на некоторый угол $\theta_{доп}$, величина которого зависит от толщины галевоносителя, ширины отверстия и кривизны ушка.

3. Для расчета стрелы прогиба галева угол приложения поперечной изгибающей силы следует принимать равным $\theta_0 + \theta_{доп}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лустгартен Н.В., Секованова Л.А., Двоеглазова Е.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №6. С 41...44.
2. Каган В.М. Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Детали машин. Расчет и конструирование. Справочник. Т.1. – М.: Машиностроение, 1968.

Рекомендована кафедрой высшей математики.
Поступила 01.12.06.