

УДК 677.054.756.001.5

**МЕТОД ОЦЕНКИ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ОСНОВНОЙ НИТИ
С ГЛАЗКОМ ГАЛЕВА РЕМИЗЫ**

Л. А. СЕКОВАНОВА

(Костромской государственной технологической университет)

Для оценки интенсивности разрушающих воздействий галева на основную нить в процессе ткачества в [1] предлагается использовать формулу, одной из составляющих которой является максимальное напряжение $Q_{см}$ смятия. Величина этого напряжения зависит от равнодействующей

сил натяжения в передней и задней ветвях зева и от фактической площади контакта, определяемой видом галева – проволочное или пластинчатое – и его размерами. Высота глазка учитывалась при вычислении максимальной высоты полузева и не оказывала заметного влияния на напряжение

$Q_{см}$ и на величину интенсивности разрушающих воздействий в целом.

Лабораторные исследования потери прочности пряжи за полный цикл ее движения (3,12 м) на приборе ДИП (динамический испытатель пряжи) показали влияние высоты глазка галева на величину потери прочности при прочих одинаковых условиях. Анализ результатов испытаний привел к необходимости уточнения модели взаимодействия нити с глазком галева в фазе заступа.

При движении ремиз в процессе зевобразования глазок галева проходит линию заступа и некоторый период времени не соприкасается с нитью.

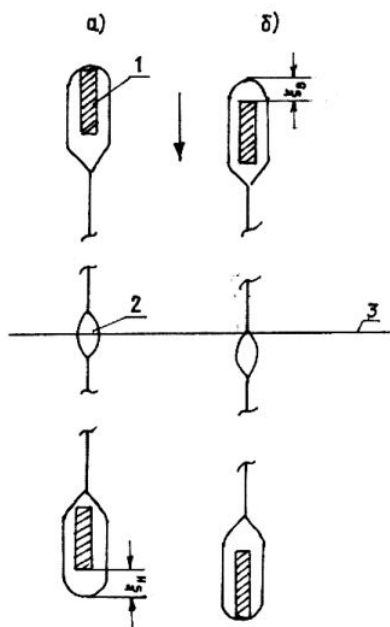


Рис. 1

На рис. 1 представлено проволочное галево в фазе заступа, где 1 – галевоноситель; 2 – глазок; 3 – линия заступа.

При движении глазка галева из верхнего положения к линии заступа верхнее ушко галева прижато к галевоносителю, а нижнее имеет вертикальный зазор ξ_n (рис. 1-а). После прохождения глазком линии заступа галево ударяет по нити верхней частью глазка, затем нижнее ушко прижимается к галевоносителю, а у верхнего появляется вертикальный зазор ξ_v (рис. 1-б).

Если φ_0 – величина угла поворота главного вала, соответствующая началу контакта глазка галева с нитью; h_0 – расстояние от верхней кромки глазка до нити в положении заступа; h_1 – высота глазка; $h(\varphi)$ – закон движения ремиз, то значение φ_0 определяется из уравнений $h(\varphi_0) = h_0$ и $h(\varphi_0) = h_1 - h_0$ при движении галева вниз или вверх соответственно.

Галево ударяет по нити со скоростью $v_0 = h'(\varphi_0)$. Нить в начальный момент удара неподвижна. В результате соударения за короткий промежуток $\varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_1$, равный выбору вертикального зазора ξ_n , все части нити приобретают скорость, а галево замедляет свое движение. В этот период скорости галева и соприкасающихся с ним волокон нити будут одинаковыми.

Величину средней скорости $v_{ср}$ можно найти по теореме Карно [2]:

$$v_{ср} = \frac{m_1 v_0}{m_1 + \alpha m_2}, \quad (1)$$

где m_1, m_2 – масса галева и нити, г; v_0 – скорость галева в момент удара φ_0 , мм/с; $\alpha = 1/(2\sin^2(\pi \ell_1/(\ell_1 + \ell_2)))$ – коэффициент приведения массы, который вводится вследствие того, что не все части нити после соударения движутся с одинаковой скоростью; ℓ_1, ℓ_2 – длины передней и задней ветвей зева [3].

Кинетическая энергия, остающаяся в системе галево – нить после соударения, равна

$$T = \frac{m_1 v_{ср}^2}{2} + \frac{\alpha m_2 v_{ср}^2}{2}. \quad (2)$$

Полагая, что при динамическом действии нагрузок на основную нить в процессе зевобразования она работает в пределах упругих деформаций, реакция R_U основной нити на действие упавшего галева связана с деформацией δ как:

$$\delta = \frac{R_U}{C},$$

где C – коэффициент жесткости системы заправки.

Потенциальная энергия основной нити равна половине произведения действующей силы на соответствующую деформацию.

Следовательно,

$$U = 0,5 \frac{R_U^2}{C}.$$

Поскольку массы нити и галева соизмеримы по величине, то можно допустить, что за промежуток времени, равный выбору вертикального зазора ξ_H , кинетическая энергия ударяющего тела (галева) полностью переходит в потенциальную энергию деформации основной нити, то есть $T = U$.

Тогда

$$R_U = \frac{\sqrt{Cm_1}v_0}{\sqrt{m_1 + \alpha m_2}}. \quad (3)$$

$$R(\varphi) = \begin{cases} 0, & \varphi_z \leq \varphi < \varphi_0, \\ R_U, & \varphi_0 \leq \varphi < \varphi_1, \\ R_U + R_{in} + R_H(\varphi), & \varphi_1 \leq \varphi < 360^\circ + \varphi_z \end{cases}$$

или

$$R(\varphi) = \begin{cases} 0, & \varphi_z \leq \varphi < \varphi_0, \\ R_{in} + R_H(\varphi), & \varphi_0 \leq \varphi < 360^\circ + \varphi_z \end{cases}$$

при движении ремизы из верхнего положения вниз и из нижнего вверх соответственно.

Для сравнительных расчетов максимального напряжения смятия нити при

После выбора вертикального зазора ξ_H в момент, соответствующий углу поворота главного вала φ_1 , галево подхватывает нить со скоростью $v_1 = h'(\varphi_1)$.

Поскольку скорость v_1 и ускорение w_1 галева в момент φ_1 достаточно большие по абсолютной величине, то имеет место повторный удар [4]. На нить от галева передаются большие ускорения, то есть передается сила инерции $R_{in} = m_1 w_1$, где $w_1 = h''(\varphi_1)$. Угол поворота главного вала φ_1 определяется из уравнения $h(\varphi_1) = h_0 + \xi_H$.

При движении ремизы из нижнего положения вверх происходит только один удар нижней кромкой глазка, так как к моменту касания нити с глазком зазор ξ_B оказывается уже выбранным.

Таким образом, на участке нити, контактирующем с глазком галева, возникают добавочные напряжения от удара и сил инерции.

Напряжение смятия нити вызвано действием сил

контакте с глазком галева воспользуемся теорией Герца контактного взаимодействия двух цилиндров со взаимно перпендикулярными осями и цилиндра с плоскостью, поскольку, несмотря на то, что мате-

риалы нити и галева существенно различны, характер зависимости напряжений от параметров контактирующих тел сохраняется.

С учетом вышеизложенного максимальное напряжение смятия основной нити при контакте с глазком проволочного галева в момент, соответствующий углу поворота главного вала φ , будет вычисляться по формуле [3]:

$$Q(\varphi) = \frac{1,5}{\sqrt[3]{4\pi\alpha_1^2\beta}} \sqrt[3]{\psi^2} \sqrt[3]{R(\varphi) \left(\frac{r_n + r_1}{r_n r_1} \right)^2}, \quad (4)$$

где $\psi = \frac{E_1 E_2}{E_2(1-\mu_1^2) + E_1(1-\mu_2^2)}$; E_1, E_2 – модули продольной упругости; μ_1, μ_2 – коэффициенты Пуассона первого и второго цилиндров соответственно; φ_z – момент заступа, град; r_n, r_1 – радиусы нити и закругления поверхности глазка галева, мм; $R_n(\varphi)$ – нормальная составляющая равнодействующей сил натяжения в передней и задней ветвях зева, сН; α_1 и β зависят от отношения $r_1 : r_n$.

Примем отношения $r_1 : r_n = 1$ для пластинчатого галева и $r_1 : r_n = 10$ для проволочного галева с впаянным глазком. Тогда для цилиндров, материал которых в зоне контакта следует закону Гука, $\alpha_1 = 0,908$; $\beta = 1$ и $\alpha_1 = 2,175$; $\beta = 0,221$ соответственно [3].

Поверхность контакта нити с глазком пластинчатого галева в первом приближении была принята за прямоугольник [1]. В действительности, поверхность контакта более сложная. Она состоит из прямоугольника и двух неполных эллипсов. Наибольшие напряжения $Q_1(\varphi)$ при контакте цилиндра r_n , с плоскостью шириной ℓ определяются по формуле:

$$Q_1(\varphi) = 0,564 \sqrt{\psi} \sqrt{\frac{R(\varphi)}{\ell r_n}}, \quad (5)$$

где $\ell = \ell_0 - 2r$; ℓ_0 – толщина пластины галева мм; r – радиус закругления поверхности краев глазка пластинчатого галева, мм.

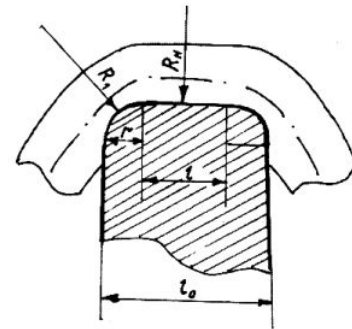


Рис. 2

На краях поверхности глазка пластинчатого галева можно рассматривать контакт двух цилиндров с перпендикулярными осями под действием силы $R(\varphi) \cos 45^\circ$ (рис. 2).

Здесь наибольшее напряжение смятия

$$Q_2(\varphi) = 0,515 \sqrt[3]{\psi^2} \sqrt[3]{R(\varphi) \left(\frac{r_n + r_1}{r_n r_1} \right)^2}. \quad (6)$$

Анализ формул (5) и (6) показал, что для технологически допустимых значений R, r_n, r_1, ℓ и r выполняется неравенство $Q_1 < Q_2$, то есть наибольшее напряжение смятия нити при контакте с глазком пластинчатого галева будет на краях поверхности глазка и рассчитываться оно будет по формуле (6).

ВЫВОДЫ

1. Получен метод сравнительной оценки напряжений при контактном взаимодействии нити с глазком галева в зависимости от вида галева (проволочное, пластинчатое), его конструктивных параметров (высота глазка, размеры поперечного сечения в зоне контакта с нитью, радиус скругления поверхности глазка, масса галева), особенностей крепления в ремизной раме (зазор ξ_n) и др.

2. Данный метод может быть использован как составляющая оценки интенсив-

ности разрушающих воздействий галева на основную нить в процессе ткачества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Секованова Л.А., Лустгартен Н.В. // Вестник КГТУ. – Кострома, 2002, №5.
2. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, М.,1976.

3. Справочник машиностроителя / Под ред. С.В. Серенсена. – Т.3. – М., 1962.

4. Пановко Я.Г. Введение в теорию механического удара. – М.: Наука, 1977.

Рекомендована кафедрой высшей математики.
Поступила 02.02.04.
