

НАТЯЖЕНИЕ НИТИ С "ТОЧЕЧНЫМ" ОГИБАНИЕМ НИТЕПРОВОДНИКА*

И.Г. ЦИТОВИЧ, А.Ф. АНДРЕЕВ, Н.В. ГАЛУШКИНА

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

При условии движения нити, когда в точках В и С контакта нитепроводника с радиусом r (рис.1) кривизна оси нити $\frac{1}{\rho} \leq \frac{1}{r}$, имеет место "точечное" огибание нитью нитепроводника (дуга охвата ВС переходит в точку).

«Точечное» огибание нитью нитенаправителя ($\alpha_c = \frac{\pi}{2}$)

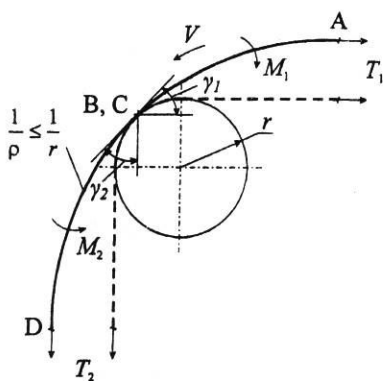


Рис. 1

Для натяжения ветвей нити T_2 и T_1 при $\varphi \rightarrow 0$ будет справедливо:

$$T_2 = T_1 \frac{\cos \gamma_1 + \mu(\sin \gamma_2 - \sin \gamma_1)}{\cos \gamma_2 - \mu \sin \gamma_2} \quad (1)$$

или

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\cos \gamma_1 + \mu(\sin \gamma_2 - \sin \gamma_1)}{\cos \gamma_2 - \mu \sin \gamma_2}. \quad (2)$$

При этом

$$\cos \gamma_1 = 1 - \frac{H_1}{2T_1 r^2}; \quad \cos \gamma_2 = 1 - \frac{H_2}{2T_2 r^2}$$

при $\frac{1}{\rho} \leq \frac{1}{r}$. (3)

Проведем сравнение изменения натяжения реальных нитей по формулам (1)...(3) и для нити, не сопротивляющейся изгибу (что обычно считают в инженерных расчетах), по формуле Эйлера $\frac{T_2}{T_1} = e^{\mu\varphi}$, когда не учитывают изменения геометрии нити.

Решение системы уравнений (1) и (3) было проведено с использованием численного метода решения системы нелинейных уравнений.

Такой расчет позволяет также для реальных значений фрикционных свойств нитей ($\mu = 0,1 \dots 0,3$) и жесткости нитей при изгибе $H = EI = 0,05 \dots 2 \text{ сН} \cdot \text{мм}^2$ произвести более точную оценку углов γ_1 и γ_2 изменения геометрии огибания нитью элементов нитепроводящих и петлеобразующих органов трикотажных машин.

Рабочий диапазон натяжения нити при движении по элементам нитепроводящей системы обычно изменяется от $1 \dots 2 \text{ сН}$ при сматывании нити с бобины, на входе в зону вязания $5 \dots 20 \text{ сН}$, в зоне петлеобразования порядка 100 сН .

Исследование изложенных моделей было осуществлено двумя способами.

1. В среде MathCAD для оперативного исследования.

2. С помощью разработанной программы на языке C++ с более удобным интерфейсом для реализации проектной процедуры, выбора конкретных конструктивных параметров нитепроводящей системы и удобной в использовании для технологов-проектировщиков.

* Окончание. Начало см. в №2 за 2005г.

Расчеты, выполненные по разработанному алгоритму, можно оперативно изменять в зависимости от начальных условий,

а результаты могут быть представлены в численном виде или графически (рис. 2).

Фрагмент результатов расчета на ЭВМ

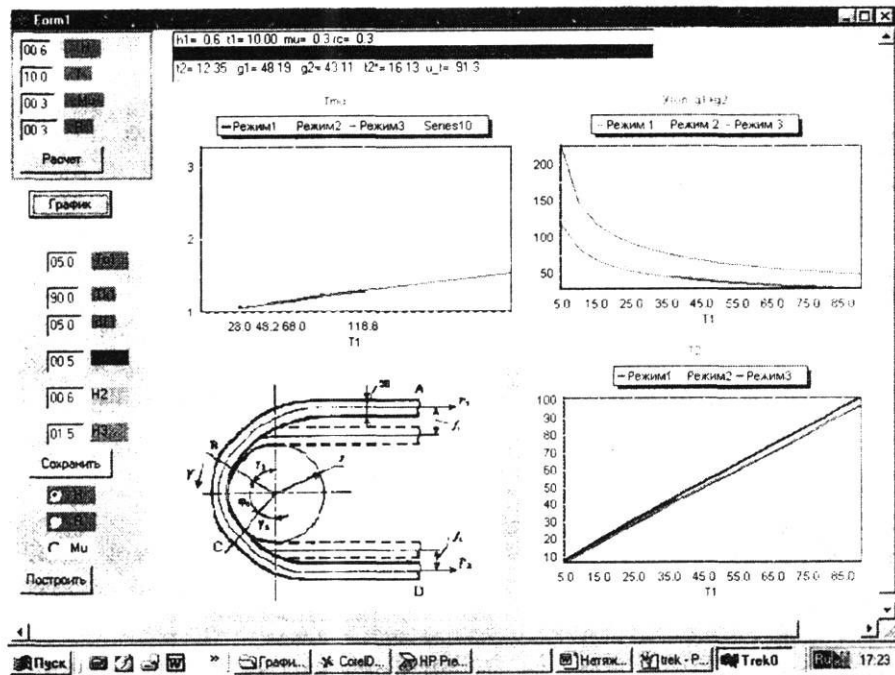


Рис. 2

Приведем пример расчета, из которого следуют определенные практические выводы.

Например, для традиционного расчета по формуле Эйлера при $\varphi = \frac{\pi}{2}$ независимо от радиуса огибаемой поверхности и натяжения нити получим для $\frac{T_2}{T_1} = e^{\mu\alpha}$ при $\mu = 0,2$ $\frac{T_2}{T_1} = 1,35$, при $\mu = 0,3$ $\frac{T_2}{T_1} = 1,60$.

Для реальных нитей с учетом их свойств и условия движения при $\mu = 0,2$ и $\mu = 0,3$ $H_1 = H_2 = 0,6 \text{ сН} \cdot \text{мм}^2$ (пряжа шерстяная 31×2 текс) $T_1 = 10 \text{ сН}$ (типичное натяжение для нитепроводящей системы) и $r = 0,3 \text{ мм}$ получим $\gamma_1 + \gamma_2 = \frac{\pi}{2}$, а натяжение по формуле (2) будет соответственно: $\frac{T_2}{T_1} = 1,17$ и $\frac{T_2}{T_1} = 1,28$.

Такие же условия мы имеем при

$H = 1,0 \text{ сН} \cdot \text{мм}^2$ (например, при переработке стеклянных нитей), $r = 0,2 \text{ мм}$, $T_1 = 40 \text{ сН}$ (натяжение в зоне петлеобразования), когда $\gamma_1 + \gamma_2 = 89,5^\circ \left(\approx \frac{\pi}{2} \right)$.

Таким образом, при "точечном" контакте натяжение нити при угле поворота ветвей нити ($\alpha_{\text{п}} = \frac{\pi}{2}$) по сравнению с расчетом по формуле Эйлера (для идеальной нити) снижается при $\mu = 0,2$ на 13%, при $\mu = 0,3$ – на 20%. Учитывая, что при движении нити суммарные (дискретно суммируемые) углы φ превышают $(2 \dots 4)\pi$ радиан с учетом кулирования, результирующее суммарное натяжение может быть значительно уменьшено.

ВЫВОДЫ

1. При переработке нитей с упругим характером деформации или в условиях, когда составляющей трения из-за гистерезиса

зисных потерь при изгибе можно пренебречь ($M_B = M_C$), организацией движения нити по нитепроводникам малого радиуса (или большой кривизны)* можно существенно уменьшить натяжение нити и его динамические отклонения.

2. Уровень напряженного состояния процесса кулирования (изгибание и перемещение нити относительно петлеобразующих органов) с упругим характером деформации с повышением класса и уменьшением толщины нити существенно ниже по сравнению с оценками, которые дает традиционный расчет по формуле Эйлера.

3. При движении по элементам нитепроводящей системы большой кривизны

нитей, сопротивляющейся изгибу, рекомендуется учитывать фактическую геометрию нити и соответствующие уравнения для оценки углов охвата и натяжения ветвей нити.

4. Уравнение для "точечного" фрикционного взаимодействия нити рекомендуется использовать при расчете натяжения при движении нити в замкнутых трубчатых каналах при огибании штифтовых барабанчиков и расчете натяжения в зоне петлеобразования.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 03.02.05.

* Такие условия, в частности, мы имеем при огибании нитью штифтовых нитеподающих барабанчиков (цилиндров) и движении нити в замкнутых криволинейных трубчатых каналах.

** В порядке обсуждения.