

1. Комиссаров А.И. и др. Проектирование и расчет машин обувных и швейных производств. ...: Машиностроение, 1978.

УДК 687.053.1

Г.Н.Федосеев, канд. техн. наук, В.И.Ольшанский, канд. техн. наук

РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАСС ИГОЛЬНОЙ НИТИ ШВЕЙНЫХ МАШИН И ПОЛУАВТОМАТОВ

При модернизации существенных конструкций и проектировании нового швейного оборудования возникает задача определения оптимальных значений параметров трассы игольной нити.

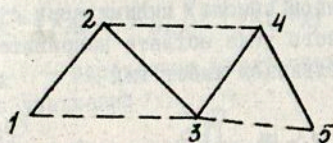


Рис. 1. Треугольники, образованные направляющими нити

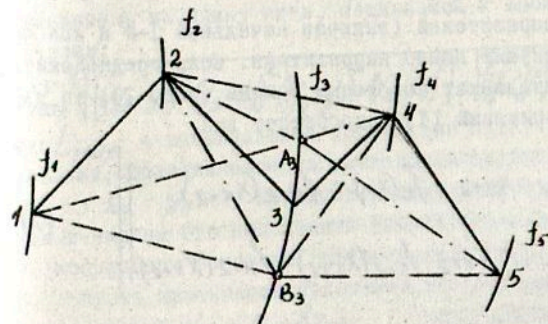


Рис. 2. Общий случай расположения направляющих нити

В качестве оптимизируемых параметров трассы игольной нити рассматриваем координаты направителей и регуляторов игольной нити. Началом координат будет точка пересечения оси главного вала с игловодителем. За критерии оптимизации принимаем суммарную длину игольной нити и суммарный угол обхвата направителей [1]. Эти показатели являются обобщением опытных данных и связаны с вероятностью развития местных дефектов в усталостные повреждения. Критерии оптимизации представляются в виде одного усредненного критерия -- суммарной площади треугольников 2, образованных направителями (рис. 1).

Площадь треугольника 1 2 3 находится по формуле

$$S_{123} = l_{1-2} \cdot l_{2-3} \sin \alpha,$$

где l_{1-2} и l_{2-3} - длины сторон треугольника; α - угол между ними. Результатом минимизации суммарной площади треугольников при ограничениях, наложенных на возможные положения направителей, является (в некотором обобщенном смысле) минимизация суммарной длины игольной нити и суммарного угла обхвата направителей.

Суммарная площадь треугольников имеет вид

$$S = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{N-2} \left| \begin{array}{cc} x_k - x_{k+2} & y_k - y_{k+2} \\ x_{k+1} - x_{k+2} & y_{k+1} - y_{k+2} \end{array} \right|, \quad (1)$$

где N - число направителей (включая начальный 1-й и конечный N -й); k - текущий номер направителя. Если предположить, что направители принадлежат некоторым кривым (рис. 2), то $y_k = f(x_k)$ ($k=1, 2, \dots, N$) и критерий (1) приобретает вид

$$S = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{N-2} \left| \begin{array}{cc} x_k - x_{k+2} & f_k(x_k) - f_{k+2}(x_{k+2}) \\ x_{k+1} - x_{k+2} & f_{k+1}(x_{k+1}) - f_{k+2}(x_{k+2}) \end{array} \right|. \quad (2)$$

Если к тому же положения направителей можно изменять в пределах дуг A_k и B_k , ограниченных габаритами головки машины (см. на рис. 2 точки A_3 и B_3), то минимизируется функция [3]

$$\Phi = S^* + \sum_{k=1}^N \lambda_k \varphi_k. \quad (3)$$

Здесь λ_k - множители Лагранжа; сумма площадей S^* составляется из сумм (2):

$$S^* = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{N-2} \left\{ \left\| \begin{array}{cc} X_{B_k} - X_{B_{k+2}} & f_k(X_{B_k}) - f_{k+2}(X_{B_{k+2}}) \\ X_{B_{k+1}} - X_{B_{k+2}} & f_{k+1}(X_{B_{k+1}}) - f_{k+2}(X_{B_{k+2}}) \end{array} \right\| + \right. \\ \left. + \left\| \begin{array}{cc} X_{A_k} - X_{A_{k+2}} & f_k(X_{A_k}) - f_{k+2}(X_{A_{k+2}}) \\ X_{A_{k+1}} - X_{A_{k+2}} & f_{k+1}(X_{A_{k+1}}) - f_{k+2}(X_{A_{k+2}}) \end{array} \right\| \right\}; \quad (4)$$

$$\varphi_k = (X_{A_k} - X_{B_k})^2 + [f_k(X_{A_k}) - f_k(X_{B_k})]^2 - L_k^2, \quad (5)$$

где L_k - расстояние между точками A_k и B_k .

Из уравнений

$$\frac{\partial \Phi}{\partial X_{A_k}} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial X_{B_k}} = 0; \quad \varphi_k = 0 \quad (6)$$

находим значения параметров оптимизации, т.е. переменных критерия (3), и множители Лагранжа [3].

При решении уравнений (6) необходимо учитывать ограничения, наложенные на длину нити, подаваемой и выбираемой нитепритягивателем:

$$L_{\max} = \sqrt{[(y_B - y_1)^2 + (x_B - x_1)^2 + (y_B - y_2)^2 + (x_B - x_2)^2] - [(y_H - y_1)^2 + (x_H - x_1)^2 + (y_H - y_2)^2 + (x_H - x_2)^2]},$$

где L_{\max} - максимальное количество нити, в процессе петлеобразования, определяемое по диаграммам подачи и потребления; X_B, Y_B, X_H, Y_H - координаты глазка нитепритягивателя в верхнем и нижнем его положениях соответственно; X_1, Y_1, X_2, Y_2 -

координаты основных нитепритягивателей.

Пусть изменяется положение только одного направления m вдоль прямой $y_m = a - b x_m$. Тогда сумма (4) и функция (5) принимают вид

$$S^* = \frac{1}{2} \left\{ \sum_{k=1}^{m-3} \left\| \begin{array}{cc} X_k - X_{k+2} & Y_k - Y_{k+2} \\ X_{k+1} - X_{k+2} & Y_{k+1} - Y_{k+2} \end{array} \right\| + \right.$$

$$\begin{aligned}
 & + \left\| \begin{array}{l} X_{m-2} - X_{Am} Y_{m-2} - (a - bX_{Am}) \\ X_{m-1} - X_{Am} Y_{m-1} - (a - bX_{Am}) \end{array} \right\| + \left\| \begin{array}{l} X_{m-2} - X_{Bm} Y_{m-2} - (a - bX_{Bm}) \\ X_{m-1} - X_{Bm} Y_{m-1} - (a - bX_{Bm}) \end{array} \right\| + \\
 & + \left\| \begin{array}{l} X_{m-1} - X_{m+1} Y_{m-1} - Y_{m+1} \\ X_{Am} - X_{m+1} (a - bX_{Am}) - Y_{m+1} \end{array} \right\| + \left\| \begin{array}{l} X_{m-1} - X_{m+1} Y_{m-1} - Y_{m+1} \\ X_{Bm} - X_{m+1} (a - bX_{Bm}) - Y_{m+1} \end{array} \right\| + \\
 & + \left\| \begin{array}{l} X_{Am} - X_{m+2} (a - bX_{Am}) - Y_{m+2} \\ X_{m+1} - X_{m+2} Y_{m+1} - Y_{m+2} \end{array} \right\| + \left\| \begin{array}{l} X_{Bm} - X_{m+2} (a - bX_{Bm}) - Y_{m+2} \\ X_{m+1} - X_{m+2} Y_{m+1} - Y_{m+2} \end{array} \right\| + \\
 & + \left. \sum_{k=1}^{N-2} \left\| \begin{array}{l} X_k - X_{k+2} \quad Y_k - Y_{k+2} \\ X_{k+1} - X_{k+2} \quad Y_{k+1} - Y_{k+2} \end{array} \right\| \right\} ,
 \end{aligned}$$

$$\varphi_m = (X_{Am} - X_{Bm})^2 + [(a - bX_{Am}) - (a - bX_{Bm})]^2 - A_m B_m^2,$$

т.е. (3) записывается в виде

$$\varphi = S^* + \lambda_m \varphi_m.$$

По предлагаемой методике оптимизированы трассы игольной нити швейных машин классов 97-А и 1022М и получены новые значения координат направителей нити, позволяющие уменьшить обрывность игольной нити в 1,2 - 1,3 раза. Соответственно изменились значения критериев оптимизации $\sum L$ и $\sum \alpha$ (таблица).

Тип швейной машины	Существующая трасса		Оптимизированная трасса	
	$\Sigma L, \text{ мм}$	$E\alpha, \text{ рад}$	$\Sigma L, \text{ мм}$	$E\alpha, \text{ рад}$
97-А класса	$\Sigma L = 559 \text{ мм}$		$\Sigma L = 523 \text{ мм}$	
	$\Sigma \alpha = 5,63 \text{ рад}$		$\Sigma \alpha = 4,42 \text{ рад}$	
1022М класса	$\Sigma L = 536 \text{ мм}$		$\Sigma L = 512 \text{ мм}$	
	$\Sigma \alpha = 4,87 \text{ рад}$		$\Sigma \alpha = 4,07 \text{ рад}$	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ольшанский В.И., Федосеев Г.Н. Повышение качества работы швейной машины на основе оптимизации трассы игольной нити// Всесоюз. семинар "Научно-технический прогресс в легкой промышленности": Тез. докл. М.: МДНТП им. Дзержинского, 1987.
2. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: Физматгиз, 1958.
3. Смирнов В.И. Курс высшей математики. М.: Наука, 1984. Т. 1.

УДК 677.055.34

А.М.Тимофеев, канд. техн. наук

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ЗУБЬЕВ ЗВЕЗДОЧЕК ДЛЯ ПРИВОДА КАРЕТКИ ПЛОСКОВЯЗАЛЬНОГО АВТОМАТА

Повышение скорости вязания плосковязальных автоматов является основным направлением повышения их производительности. Как показали экспериментальные исследования [1], при увеличении скорости каретки в конце каждого хода возникает отрыв цепи от зубьев звездочек. В результате замковая каретка переходит за свои статические определенные крайние положения, что снижает точность переключения клиньев замков, приводит к ударам роликов цепи по зубьям звездочек, а следовательно, спо-