

УДК 677.053.33/088.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕЦИЗИОННОГО НАМАТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

А.Ф. ПРОШКОВ

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

Прецизионное наматывающее устройство (ПНУ) состоит из двух механизмов, один из которых сообщает нитеносителю 1 (рис.1-а) вращение с постоянной частотой n_1 , а второй сообщает нитеводителю 3 возвратно-поступательное, качательное

или вращательное движение с частотой n_3 , причем отношение n_1/n_3 сохраняется при формировании паковки постоянным. Это постоянство в существующих ПНУ обеспечивается жесткой кинематической

связью приводных валов нитеносителя 1 и кулачка раскладки 2.

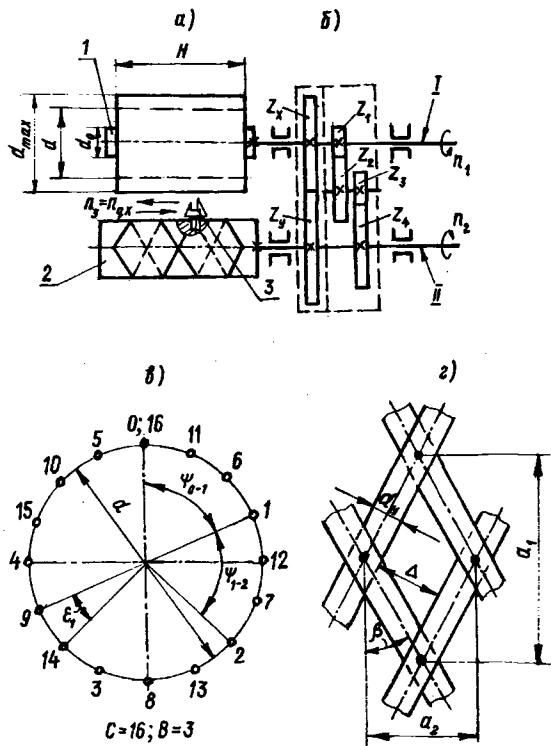


Рис. 1

Обычно жесткая кинематическая связь валов I и II осуществляется зубчатой передачей z_x - z_y , состоящей из одной или нескольких ступеней (рис. 1-б), а в качестве движителя нитеводителя 3 используется одношаговый или многошаговый кулачок раскладки 2 [1].

Структура формируемой паковки с помощью ПНУ зависит от начального угла β_0 раскладки, числа i наматываемых витков за один двойной ход нитеводителя, числа K шагов замкнутого паза кулачка раскладки и размеров H , d_0 , d_{\max} паковки (рис. 1-а).

Одним из основных параметров, существенно влияющих на структуру паковки, является число i .

Из рис. 1-а, б следует, что число

$$i = \frac{n_1}{n_3} = \frac{n_1}{n_2 / K} = \frac{Kz_y}{z_x} = \frac{2H}{h_0} = \frac{2H}{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0}, \quad (1)$$

откуда находим отношение чисел зубьев шестерен кинематической передачи, обеспечивающей получение заданного числа i :

$$\frac{z_x}{z_y} = \frac{K}{i} = \frac{\pi K d_0 \operatorname{tg} \beta_0}{2H}, \quad (2)$$

где n_1 – частота вращения нитеносителя (тела намотки); n_3 – частота двойных ходов нитеводителя; n_2 – частота вращения кулачка раскладки; $h_0 = \pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0 = \pi d \operatorname{tg} \beta$ – шаг витков рассматриваемой прослойки (спирали одного направления).

ПНУ формирует паковки сотовой структуры. За цикл работы ПНУ из нити образуется один слой, состоящий из целого числа m витков, целого числа прослоек (прослойка – это спираль из нити, навитая на тело намотки при движении нитеводителя 3 в одном направлении), целого числа сот.

Представим число i в виде:

$$i = \frac{2H}{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0} = \frac{Kz_y}{z_x} = A + \frac{B}{C} = \frac{AC + B}{C}, \quad (3)$$

где K , z_y , z_x , A , B , C , $AC + B$ – целые числа; A – целое число витков, намотанных за один двойной ход нитеводителя; B/C – нецелая часть витка, намотанная за то же время; B – целая часть от целого числа C ; $C \geq 1$ – число двойных ходов нитеводителя за цикл работы ПНУ; $AC + B = m$ – число витков в одном слое.

Числа B и C не имеют общих множителей.

Время формирования одного слоя (время, по истечении которого все звенья ПНУ возвращаются в первоначальное положение):

$$t_{\text{ц}} = \frac{AC + B}{n_1} = \frac{m}{n_1}. \quad (4)$$

За каждый двойной ход нитеводителя 3 на торцах тела намотки образуются по одной точке поворота крайних витков, в которых угол раскладки равен нулю.

Угловое расстояние (в градусах или радианах) между предыдущей и последующей точками поворота на одном торце (рис.1-в) равно:

при $1 \leq B < C/2$

$$\psi_{0-1} = \psi_{1-2} = \dots = \frac{360B}{C} = \frac{2\pi B}{C} = \text{const}, \quad (5)$$

при $C/2 < B < C$

$$\begin{aligned} \psi_{0-1} = \psi_{1-2} = \dots &= \frac{360(C-B)}{C} = \\ &= 2\pi\left(1 - \frac{B}{C}\right) = \text{const}. \end{aligned} \quad (6)$$

Угловое расстояние между соседними точками поворота в слое (рис.1-в):

$$\varepsilon_1 = 360/C = 2\pi/C = \text{const}. \quad (7)$$

Длина диагонали ромбовидной соты в слое составляет:

по окружности тела намотки (рис.1-г)

$$\Delta = a_2 \cos \beta - d_H = \frac{\pi d_0 \text{tg} \beta_0}{C \sqrt{1 + \left(\frac{d_0}{d} \text{tg} \beta_0\right)^2}} - 2\sqrt{T/(\pi \rho_H)}, \quad (10)$$

где d_H – приведенный диаметр нити; T и ρ_H – линейная и объемная плотность наматываемой нити.

Угол раскладки β при увеличении диаметра d тела намотки уменьшается по закону

$$\beta = \text{arctg} \frac{d_0 \text{tg} \beta_0}{d}, \quad (11)$$

а зазор Δ и длина a_1 диагонали соты увеличиваются.

Следовательно, при прочих равных условиях плотность тела намотки при увеличении диаметра d уменьшается.

Существенное влияние на плотность паковки оказывает величина угла ψ_{0-1} , зависящая от значений чисел B и C . При $B=1$ и $B=C-1$ последующая точка поворота крайнего витка располагается на минимальном угловом расстоянии $\psi_{0-1} = \varepsilon_1$ от предыдущей точки поворота. В этих случаях плотность формируемой паковки будет максимальной.

При увеличении числа B изменяются схема формирования слоя и параметры по-

$$a_1 = \varepsilon_1 d / 2 = \pi d / C, \quad (8)$$

по оси вращения тела намотки

$$a_2 = \frac{\pi d \text{tg} \beta}{C} = \frac{\pi d_0 \text{tg} \beta_0}{C} = \text{const}, \quad (9)$$

где d – диаметр тела намотки; β – угол раскладки нити.

Следовательно, при увеличении диаметра d тела намотки от d_0 до d_{max} длина a_1 диагонали соты увеличивается, а длина a_2 второй диагонали соты всех слоев остается постоянной при одинаковом размахе нитеводителя.

Зазор между параллельными витками соты (рис.1-г):

следнего. При наматывании нити, подвергающейся жидкостной отделке в паковке, угол ψ_{0-1} можно брать в пределах $11^\circ \leq \psi_{0-1} \leq 19^\circ$ или $341^\circ \leq \psi_{0-1} \leq 349^\circ$, а искоемое число B находить по формуле: в первом случае

$$B = \frac{C\psi_{0-1}}{360} \equiv \frac{C\psi_{0-1}}{2\pi}, \quad (12)$$

во втором случае

$$B = C\left(1 - \frac{\psi_{0-1}}{360}\right) \equiv C\left(\frac{\psi_{0-1}}{2\pi}\right). \quad (13)$$

Число точек взаимных пересечений намотанных витков в одном слое

$$p = (2C - 1)Ci \approx 2C^2i, \quad (14)$$

а число точек пересечений витков в слое на единице площади его боковой поверхности

$$\sigma = \frac{C^2 i}{\pi d_0 H} \quad (15)$$

Следовательно, чем больше число C , тем меньше размеры a_1 и a_2 соты и однороднее структура слоя.

Используя полученные аналитические зависимости и исходные данные на проек-

$$C = \frac{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0}{a_2} = \frac{\pi d_0 \sin \beta_0}{d_H} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 0,5}{0,9} = 55,8.$$

Так как число C должно быть целым и не должно иметь общих множителей с числом B , то в первом варианте принима-

$$i = \frac{2H}{\pi d_0 \operatorname{tg} \beta_0} = \frac{2 \cdot 250}{3,14 \cdot 32 \cdot 0,577} = 8,62 \approx 8 + \frac{37}{59} = \frac{509}{59} = A + \frac{B}{C} = \frac{AC + B}{C},$$

где $A=8$; $B=37$; $C=59$; $AC+B=m=509$ витков в слое.

Искомое отношение чисел зубьев шестерен z_x и z_y кинематической передачи между валами I и II:

$$\frac{z_x}{z_y} = \frac{K}{i} = \frac{7 \cdot 59}{509} \approx \frac{59}{73},$$

где $z_x=59$; $z_y=73$.

Плотность формируемого слоя будет максимальной при $B=1$ и при $B=C-1$. При $B=1$ $z_x=413$, $z_y=473$, а при $B=C-1=59-1=58$ $z_x=413$; $z_y=530$ зубьев.

Применив двухступенчатую зубчатую передачу между валами I и II, получим: при $B=1$

$$z_x / z_y = \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} = \frac{413}{473} = \frac{59}{43} \cdot \frac{21}{33},$$

а при $B=58$

$$z_x / z_y = \frac{413}{530} = \frac{59}{53} \cdot \frac{28}{40}.$$

Если угол ψ_{0-1} задан, то число B следует находить по формуле (12) или (13).

тирование (например, $\beta = 30^\circ$; $d_0 = 32$; $d_{\max} = 60$; $H=250$ мм; $\Delta=0$; $a_2 = d_H = 0,9$ мм; $T=650$ г/км; $\rho=1$ г/см³; $K=7$), находим основные параметры ПНУ [2].

Искомое число двойных ходов нитеводителя за цикл работы ПНУ

ем C равным ближайшему простому числу 59.

Число витков, наматываемых за один двойной ход нитеводителя,

Экспериментальные испытания разработанного нами и существующих ПНУ полностью подтвердили корректность аналитических исследований.

ВЫВОДЫ

Использование полученных теоретических зависимостей позволяет спроектировать ПНУ, обеспечивающее формирование паковок с заданной структурой, причем паковки, подвергающиеся впоследствии промывке, крашению, сушке должны состоять из целого числа слоев; однослойные паковки имеют наиболее равномерную структуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прошков А.Ф. Механизмы раскладки нити. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
2. Прошков А.Ф. Расчет и проектирование машин для производства химических волокон. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования. Поступила 05.04.02.