

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕНТОУКЛАДЧИКА С ПОДВИЖНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ ТАЗА*

Е. В. ЗЫРЯНОВ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Одними из основных технологических параметров лентоукладчиков являются характер распределения плотности ленты по поверхности укладки и дополнительная неровнота линейной плотности ленты, возникающая в процессе работы лентоукладчика. Возможность повышения равномерности плотности укладки за счет периодического изменения радиуса укладываемых витков была рассмотрена в работе [1].

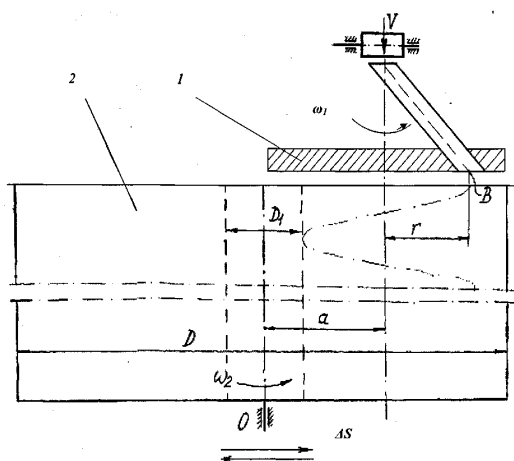


Рис. 1

В настоящей работе данная задача решается с помощью сообщения оси вращения таза возвратно-поступатель-

ного движения. При этом схема лентоукладчика (рис.1) практически не отличается от традиционных схем, используемых на чесальных, гребнечесальных и ленточных машинах [2].

Здесь верхняя тарелка 1 вращается вокруг неподвижной оси и образует витки постоянного радиуса r . Таз 2 вращается вокруг оси O , которая совершает периодическое колебательное движение с амплитудой ΔS .

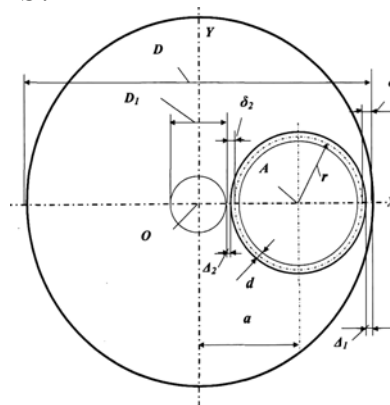


Рис. 2

Далее ограничимся анализом доцентрового способа укладки, для которого схема расположения витков ленты относительно таза приведена на рис.2. По имеющимся в [2] рекомендациям геометрические пара-

* Работа выполнена под руководством проф. докт. техн. наук Н.М. Ашнина.

метры укладки ленты выбираются из следующих соотношений:

$$\begin{aligned} D_1 &= 0,25D, \quad \Delta_1 = 4 \div 5 \text{ мм}, \\ \Delta_2 &\cong \Delta_1, \quad \delta_1 = \Delta_1 + 0,5d, \quad \delta_2 = \Delta_2 + 0,5d, \\ r &= \frac{1}{2} \left(\frac{D+D_1}{2} - \delta_1 + \delta_2 \right), \\ a &= \frac{1}{2} \left(\frac{D-D_1}{2} - \delta_1 - \delta_2 - d \right). \end{aligned}$$

Угловые скорости верхней тарелки и таза находятся по следующим формулам:

$$\omega_1 = \frac{V}{r}, \quad \omega_2 = \pm \omega_1 \frac{\gamma d}{2\pi a},$$

где V – скорость выпуска ленты; γ – коэффициент сдвига витков при укладке ($\gamma = (0,8 \div 1,3)$). Знак (+) соответствует попутному вращению верхней тарелки и таза, знак (-) – встречному.

Проведем сравнительный анализ способов укладки ленты с неподвижной и подвижной осями вращения таза. При этом заметим, что в случае гармонического движения оси таза с амплитудой ΔS радиус витка нужно уменьшить и принять его равным: $r_v = r - \Delta S$. Параметрические уравнения кривых укладки ленты имеют вид (1) для традиционного способа и вид (2) для варианта с подвижной осью вращения таза:

$$X = r \cos(\omega_1 - \omega_2)t + a \cos \omega_2 t, \quad (1)$$

$$Y = r \sin(\omega_1 - \omega_2)t - a \sin \omega_2 t.$$

$$X = r_v \cos(\omega_1 - \omega_2)t + (a - S) \cos \omega_2 t, \quad (2)$$

$$Y = r_v \sin(\omega_1 - \omega_2)t - (a - S) \sin \omega_2 t.$$

В равенстве (2): $S = \Delta S \sin \rho \omega_2 t$ – закон движения оси таза. Радиусы точек укладки и соответствующие им скорости находятся из равенств (3):

$$R_u(t) = \sqrt{X^2 + Y^2}, \quad V_u(t) = \sqrt{\dot{X}^2 + \dot{Y}^2}. \quad (3)$$

Уравнения (1) и (2) являются основными для исследования рассматриваемых

процессов укладки ленты и с их помощью определяются геометрические, кинематические и технологические параметры укладки: форма кривой укладки, кривизна и положения центров кривизны, скорости и ускорения точки укладки, распределение плотности ленты и неровнота линейной плотности ленты, обусловленная работой лентоукладчика.

Плотность укладки ленты в таз является одним из наиболее важных качественных показателей работы лентоукладчиков. При укладке ленты в цилиндрические тазы для определения характера распределения плотности обычно достаточно на поверхность укладки нанести сетку из concentрических окружностей с радиусами R_j , у которых минимальный радиус равен $0,5D_1$, а максимальный – $0,5D$. В этом случае плотность является функцией значений радиусов кольцевых элементов, и значения аналога относительной плотности укладки будут определяться из равенства:

$$P^0 = \frac{L_j}{S_j P_{cp}}, \quad (4)$$

где $P_{cp} = \frac{4VT}{\pi(D^2 - D_1^2)}$ – среднее значение аналога плотности; T – рассматриваемое время укладки ленты; L_j и S_j – длина уложенной ленты и площадь соответствующего кольцевого элемента.

Номера кольцевых элементов поверхности укладки, на которые в данный момент времени поступает лента, находятся из условия:

$$R_i \leq R_u(t) < R_{i+1},$$

а суммарная длина ленты на каждом кольцевом участке поверхности укладки определяется из равенства:

$$L_j = \sum_f \Delta t V_u(t),$$

где Δt – шаг вычислений и через f обозначено общее количество шагов вычислений за время укладки, при которых лента укладывается в кольцевой элемент с номером j .

Дополнительная неровнота ленты, возникающая в процессе укладки, обусловлена переменностью отношения скорости выпуска к скорости укладки и определялась на основе дифференциального уравнения (5), решение которого находилось численными методами:

$$\frac{dm(t)}{dt} + \frac{2}{\ell} V_u(t)m(t) = \frac{2}{\ell} m_0 V. \quad (5)$$

Здесь $m(t)$ – текущее значение линейной плотности ленты; $m_0 = 1$ – номинальное значение линейной плотности ленты; ℓ – длина наклонного канала верхней тарелки.

На основе описанных выше алгоритмов была разработана вычислительная программа в среде MATLAB, с помощью которой обеспечивается возможность анализа различных схем лентоукладчиков [3]. В процессе вычислений использовались следующие исходные данные: $D=0,5$ м; $V=5,0$ м/с; $d=0,015$ м; $\Delta_1=\Delta_2=0,005$ мм; $\gamma=1,03$; $p=7,33$ с⁻¹.

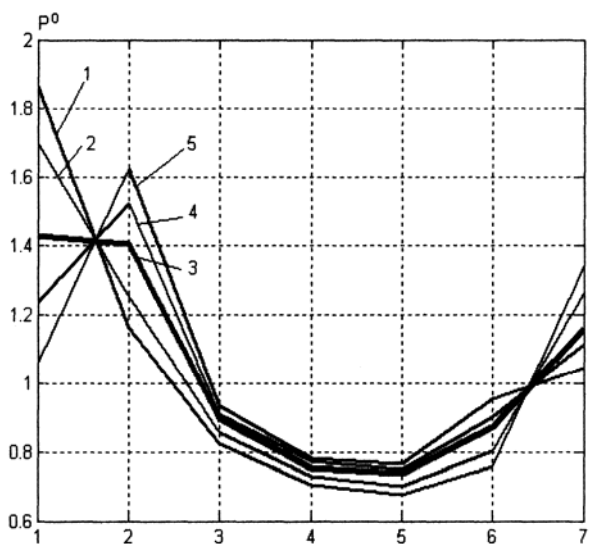


Рис. 3

На рис.3 представлены результаты анализа характера распределения относительных плотностей укладки вдоль радиусов для следующих вариантов законов движе-

ния оси таза: 1 – $\Delta S=0$; 2 – $\Delta S=0,2d$; 3 – $\Delta S=0,42d$; 4 – $\Delta S=0,5d$; 5 – $\Delta S=0,6d$ (здесь $j=1$ кольцо рядом с внутренним отверстием паковки, $j=1$ кольцо у стенки таза, вариант 1 соответствует обычному лентоукладчику с неподвижной осью таза).

Приведенные графики показывают, что перераспределение витков по поверхности укладки за счет дополнительного движения оси таза дает положительный эффект по сравнению с традиционным способом укладки. При этом наилучшим является вариант 3 – $\Delta S=0,42d$, который обеспечивает существенное выравнивание плотности ленты на поверхности укладки и не вызывает трудностей в его промышленной реализации.

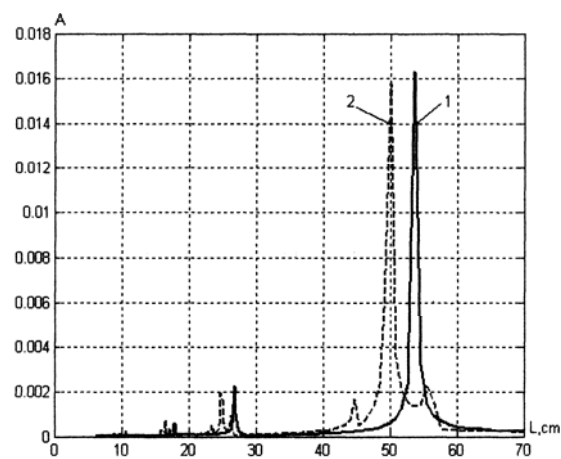


Рис. 4

Для получения более полной характеристики рассматриваемых схем лентоукладчиков необходимо наряду с распределением плотности укладки сопоставить показатели дополнительной неровноты ленты, возникающей в процессе укладки (рис.4). На этом рисунке представлены спектры неровноты ленты по длинам волн для традиционной схемы 1, а также схемы укладки ленты с подвижной осью таза 2. Эти спектры получены с помощью функции $fft(m)$, реализующей метод быстрого преобразования Фурье [4].

Данные графики показывают, что при укладке ленты витками в спектрах четко проявляются гармоники с длиной волны, равной длине витка. При этом в схеме 2 эта длина меньше, чем в схеме 1, причем в

схеме 2 появляются дополнительные составляющие, длины волн которых меньше и больше длины витка.

ВЫВОДЫ

В целом по результатам проведенных исследований можно сделать вывод о предпочтительности использования схемы лентоукладчика с подвижной осью таза, поскольку она позволяет увеличить равномерность плотности укладки, сохраняя уровень дополнительной неровности ленты, возникающей в процессе укладки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зырянов Е. В.* Анализ технологических параметров лентоукладчиков с переменным радиусом укладываемых витков // Сб. тр. аспирантов, вып. 6: Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической отраслях промышленности. – СПб.: Изд-во СПбГУТД, 2004. С. 108...114.

2. *Макаров А.И., Крылов В.В., Николаев В.Б. и др.* Расчет и конструирование машин прядильного производства: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Машины и аппараты текстильной промышленности" / Под общ. ред. А.И. Макарова. 2-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 1981.

3. *Поляков В. К.* Анализ способов и устройств для укладки ленты в контейнеры (тазы) различной формы / В. К. Поляков, Л. С. Мазин, Н. М. Бабкина, Е.В. Зырянов. - Свидетельство № 2006610326 об официальной регистрации программы для ЭВМ, 18.01.2006.

4. *Дьяконов В.П.* MATLAB 6/6/1/6/5+ +SIMULINK 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя. – М.: СОЛОН-Пресс, 2002.

Рекомендована кафедрой технологии прядения и нетканых материалов. Поступила 01.12.06.