

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ УКЛАДКИ ВОЛОКНИСТОЙ ЛЕНТЫ В ТАЗЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН*

А.В. ФИЛИМОНОВА

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Важным параметром при укладке ленты в тазы текстильных машин является плотность укладки и равномерность ее распределения. Цель настоящей работы

заключается в составлении алгоритма и программы расчета плотности укладки ленты на ЭВМ для различных способов укладки ленты в таз [1, 2].

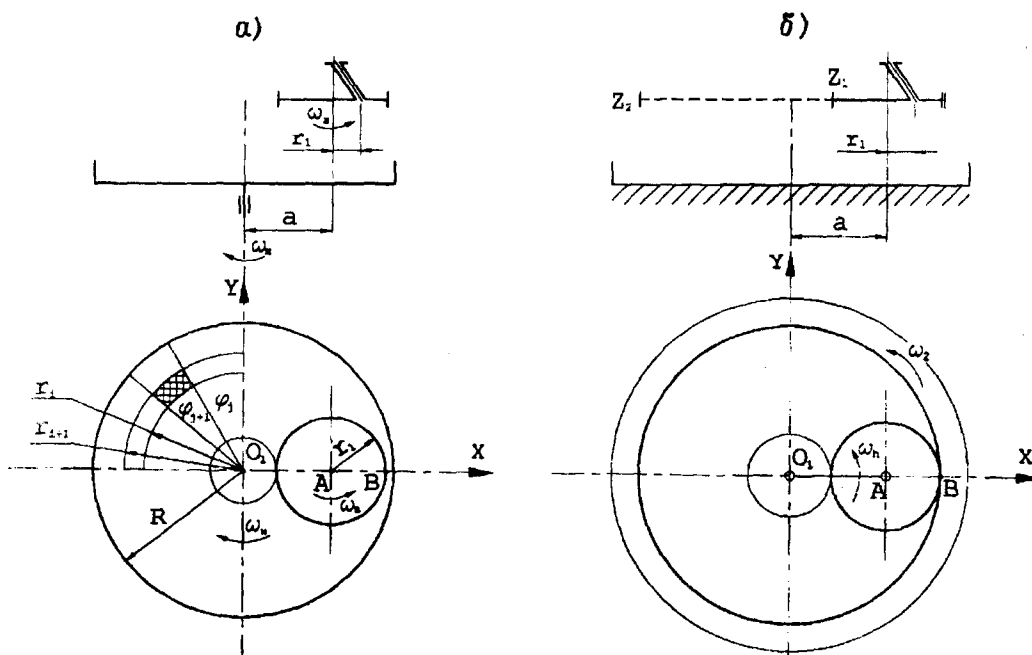


Рис. 1

Схемы укладки, осуществляемой обычным (а) и планетарным (б) лентоукладчиками, представлены на рис. 1.

Кривая укладки ленты в таз для обычного лентоукладчика в параметрической форме выражается равенствами [1]:

$$x_B = a \cos(-\omega_H t) + r_1 \cos((\omega_B - \omega_H)t), \quad (1)$$

$$y_B = a \sin(-\omega_H t) + r_1 \sin((\omega_B - \omega_H)t).$$

Для планетарного лентоукладчика параметрические уравнения имеют вид

$$x_B = a \cos(\omega_H t) + r_1 \cos\left(\left(\omega_H - \omega_H \frac{z_2}{z_1} + \omega_2 \frac{z_2}{z_1}\right)t\right), \quad (2)$$

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук В.К. Полякова.

$$y_B = a \sin(\omega_h t) + r_1 \sin\left(\left(\omega_h - \omega_h \frac{z_2}{z_1} + \omega_2 \frac{z_2}{z_1}\right)t\right),$$

где x_B и y_B – координаты положения точки раскладки ленты в таз; a – эксцентриситет (расстояние между центрами верхней и нижней тарелок); r_1 – радиус витка; в уравнениях (1) ω_h – угловая скорость нижней тарелки, ω_b – угловая скорость верхней тарелки; в уравнениях (2) ω_2 – угловая скорость зубчатого колеса с внутренним зацеплением; ω_h – угловая скорость водила планетарного лентоукладчика; z_1 и z_2 – число зубьев колес планетарного лентоукладчика (рис.1); t – заданное время укладки.

Угловые скорости считаются положительными при вращении против часовой стрелки.

Изменяя вышеуказанные геометрические и кинематические параметры, можно варьировать законы укладки ленты в таз. В зависимости от значений данных факторов укладка будет производиться по различным кривым типа гипоциклоида.

С целью определения характера изменения плотности укладки продукта разделим поверхность укладки на элементарные участки (криволинейные трапеции), образуемые пересечением концентрических окружностей с радиальными прямыми (рис.1). Шаг изменения радиусов окружностей обозначим через Δr , а радиальных прямых – через $\Delta \varphi$.

В полярных координатах положение точки раскладки определяется величиной радиуса r и угла φ :

$$r(t) = \sqrt{x_B^2(t) + y_B^2(t)}, \quad (3)$$

$$\varphi(t) = \arctg \frac{y_B(t)}{x_B(t)}.$$

В качестве аналога плотности укладки примем отношение длины укладываемой

ленты к площади поверхности укладки. Для рассматриваемого элементарного участка получим

$$P_{ij} = \frac{L_{ij}}{F_{ij}}, \quad (4)$$

где L_{ij} – длина ленты, уложенной в элементарном участке; F_{ij} – площадь элементарного участка.

В процессе укладки радиус r и угловая координата φ являются функциями времени. Лента будет укладываться в произвольный элементарный участок, ограниченный радиусами с угловыми координатами φ_j и φ_{j+1} и дугами окружностей с радиусами r_i и r_{i+1} при выполнении следующих условий:

$$r_i \leq r(t) \leq r_{i+1}, \quad \varphi_j \leq \varphi(t) \leq \varphi_{j+1}, \quad (5)$$

где $r(t)$ и $\varphi(t)$ – текущие полярные координаты точки раскладки.

В разработанном алгоритме на каждом шаге вычислений сначала из выражений (5) определяются номера элементарных участков ($i=k, j=s$), в которые в данный момент времени производится укладка ленты. Длина ленты, укладываемой в этот элементарный участок, вычисляется по формуле

$$L_{ks} = L'_{ks} + v_{\text{вып}} \Delta t, \quad (6)$$

где L'_{ks} – длина ленты, уложенной в элементарный участок ks на предыдущих шагах вычислений; $v_{\text{вып}}$ – скорость выпуска, м/с; Δt – шаг вычисления, с.

Площадь криволинейной трапеции

$$F_{ij} = (r_{i+1}^2 - r_i^2)(\varphi_{j+1} - \varphi_j)/2, \quad (7)$$

где r_{i+1} и r_i – радиусы двух последовательных концентрических окружностей, φ_{j+1} и φ_j – два последовательно отложенных угла, рад.

В соответствии с равенством (5) в ходе выполнения разработанной программы получен характер распределения плотности укладки в виде двумерного массива. Практический интерес представляет изучение характера распределения плотности в пределах каждого из выделенных секторов и колец.

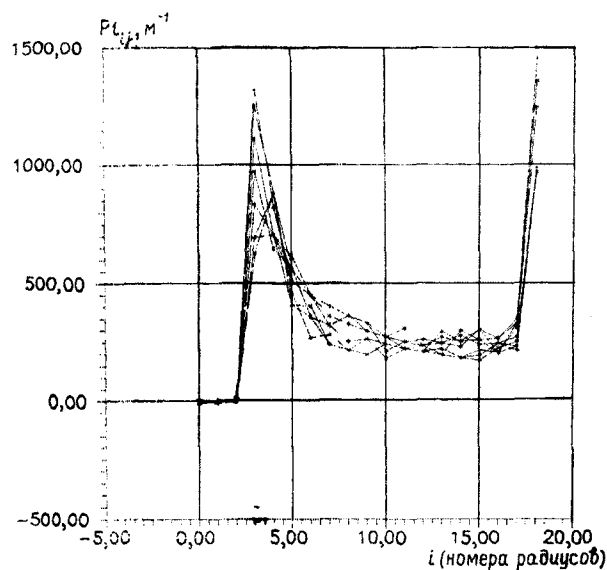


Рис. 2

На рис.2 показан характер распределения плотности укладки ленты вдоль девяти равноотстоящих секторов, на которые разделена поверхность укладки. Нуль соответствует границе центрального отверстия укладки. Каждый из девяти приведенных на рис.2 графиков показывает изменение плотности укладки вдоль одного сектора и одинаковый характер изменения плотности в каждом из секторов. Имеющие место отклонения обусловлены погрешностями выбранной модели укладки и уменьшаются с увеличением времени счета.

В результате проведенных исследований установлено, что при разных значениях передаточного отношения между верхней и нижней тарелками и различной линейной плотности ленты величина плотности укладки ленты практически не изменяется. Не оказывает существенного влияния на данный фактор и направление вращения верхней и нижней тарелок.

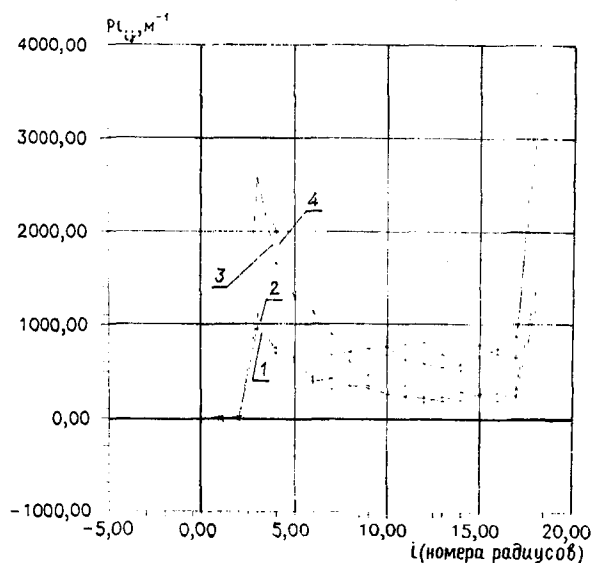


Рис. 3

Из рис.3, где изображены графики распределения плотности укладки ленты в пределах одного сектора: 1 – при доцентровом способе укладки, встречном вращении верхней и нижней тарелок; 2 – при доцентровом способе укладки, попутном вращении тарелок; 3 – при зацентровом способе, встречном вращении тарелок; 4 – при зацентровом способе, попутном вращении тарелок, следует, что при зацентровом виде укладки плотность укладки ленты значительно выше, чем при использовании доцентрового вида. Таким образом, значительное влияние на величину плотности укладки ленты в таз оказывает лишь метод укладки.

Характерной особенностью доцентрового и зацентрового способов укладки ленты является увеличение плотности вблизи центра таза и у его краев [2]. Поскольку вокруг центрального отверстия паковки образуется выпуклый участок, плотность здесь имеет максимальное значение.

Как показали расчеты, в пределах каждого из колец плотность укладки колеблется вблизи некоторого среднего значения.

Вследствие того, что характер изменения плотности вдоль любых секторов приблизительно одинаков, при практических

расчетах достаточно ограничиться вычислением плотности в пределах каждого из колец, которые следует выбирать в качестве элементарных участков. При этом алгоритм расчета из-за возможности замены двумерных массивов одномерными упрощается.

Следует отметить, что с помощью представленных на рис. 1 схем укладки укладывать ленту можно не только витками, но и при $\omega_B \ll \omega_H$ – по спиралеобразным кривым.

Таким образом, данная программа позволяет рассчитать аналог плотности укладки ленты в таз для различных способов укладки в зависимости от изменения параметров укладки и наглядно, с помощью графиков, представить результаты расчетов.

ВЫВОДЫ

1. Составлена методика и разработана программа для расчета плотности укладки волокнистой ленты в тазы текстильных машин, с помощью которой можно проводить сравнительный анализ плотности ук-

ладки для различных законов укладки ленты в таз.

2. В результате сравнительного анализа определены способы укладки, при которых с учетом подбора наиболее оптимальных конструктивных и кинематических параметров механизма достигается максимальная плотность. Полученные способы можно использовать для унификации существующих лентоукладчиков и создания новых механизмов укладки ленты в тазы текстильных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лентоукладчики чесальных, гребнечесальных и ленточных машин для хлопчатобумажного производства: Обзор / Сост. канд. техн. наук Г.А. Ермилов. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1970.

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

Рекомендована кафедрой проектирования машин текстильной и легкой промышленности. Поступила 19.04.00.