

УДК 677.023

АНАЛИЗ СКОРОСТИ СМАТЫВАНИЯ НИТИ С МОТАЛЬНЫХ ПАКОВОК

ANALYSIS IN THE COILING THREAD WINDING PACKAGES

А.И. ПАНИН, О.А. РАКОВА, И.В. РЫБАУЛИНА, Н.А. НИКОЛАЕВА
A.I. PANIN, O.A. RAKOVA, I.V. RYBAULINA, N.A. NIKOLAEVA

(Московский государственный университет дизайна и технологий,
 Текстильный институт им. А.Н.Косыгина)
 (Moscow State University of Design and Technology, The Kosygin Textile Institute)
 E-mail: tekstil-52@mail.ru

Производительность технологического оборудования и качество выпускаемой продукции во многом определяются скоростью сматывания нити с питающих паковок. Оптимизация данного параметра требует дополнительных теоретических и экспериментальных исследований, чему и посвящена данная работа.

Productivity of processing equipment and quality of let-out production in many respects are defined by speed of taking-up of a thread from feeding package. Optimization of this parameter demands additional theoretical and experimental studies to that this work is devoted.

Ключевые слова: паковки, сматывание, намотка, скорость, параметр.

Keywords: packing, winding, winding, the speed setting.

Сматывание нити с мотальной паковки во многом обеспечивает стабильность технологических процессов выработки текстильных изделий или полуфабрикатов. Постоянство скорости и величины натяжения нити при сматывании являются одними из главных требований, предъявляемых мотальным паковкам, так как эти параметры определяются структурой намотки мотальных паковок, их формой и направлением сматывания (с наружной или внутренней поверхности паковки).

Особенно важно обеспечить постоянство скорости сматывания нити с паковки и ее натяжение при работе на малых ско-

ростях, например, в вязании, швейном производстве, при формировании намоткой композитных материалов и т.д., где технологический процесс выработки текстильных изделий связан с дозированным расходом нити (для обеспечения постоянной длины нити в петле, стабильной длине стежка и т.д.)

В качестве питающих мотальных паковок в текстильном производстве применяются как цилиндрические, так и конические бобины крестовой намотки, а также цилиндрические катушки (шпули), которые могут быть неподвижными во время схода с них нити, или вращаются во-

круг своей оси под действием силы натяжения нити. Причем угол скрещивания витков ρ , обеспечивающий надежное закрепление витков в смежных слоях намотки, может быть постоянным или переменным, в зависимости от типа мотального оборудования, на котором формируется паковка.

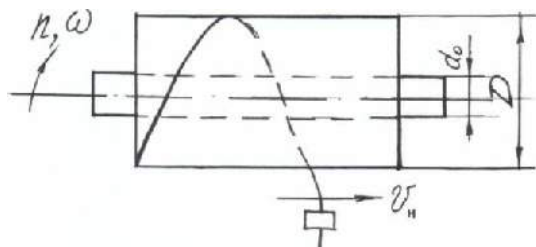


Рис. 1

На рис. 1 показана схема формирования цилиндрической паковки (бобины). Окружная скорость намотки нити определяется по формуле:

$$v_0 = \pi D n, \quad (1)$$

где D – текущий диаметр намотки мотальной паковки (бобины); n – частота вращения паковки.

Переносная скорость движения нити вдоль образующей паковки (скорость нитеводителя) определяется по формуле:

$$v_n = n h, \quad (2)$$

где $h = \frac{h_k}{i_0}$ – шаг намотки; i_0 – общее пе-

редаточное отношение от нитеводителя к веретену, создаваемое мотальным механизмом; $h_n = \frac{2H}{k}$ – шаг намотки, или шаг пазового кулачка нитераскладчика; H – высота намотки паковки; k – число оборотов кулачка нитераскладчика за цикл движения нити.

Угол скрещивания витков β может быть определен из выражения:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{v_n}{v_0} = \frac{\pi h}{\pi D n} = \frac{h}{\pi D} = \frac{h_k}{\pi D i_0}. \quad (3)$$

Для машин фрикционного типа:

$$i_0 = \frac{d_b}{D} \neq \operatorname{const},$$

где d_b – диаметр мотального барабанчика; D – текущий диаметр намотки бобины.

Тогда:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{h_k D}{\pi D d_b} = \frac{h_k}{\pi d_b} = \operatorname{const}.$$

У прецизионных мотальных механизмов [1] $i_0 = \operatorname{const}$, и поскольку $h_k = \frac{2H}{k} = \operatorname{const}$, то $\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$ гиперболически уменьшается с увеличением D – диаметра намотки паковки.

Пусть теперь мы будем сматывать нить с цилиндрической бобины с некоторой скоростью ϑ . Схема сматывания нити с цилиндрической паковки показана на рис. 2.

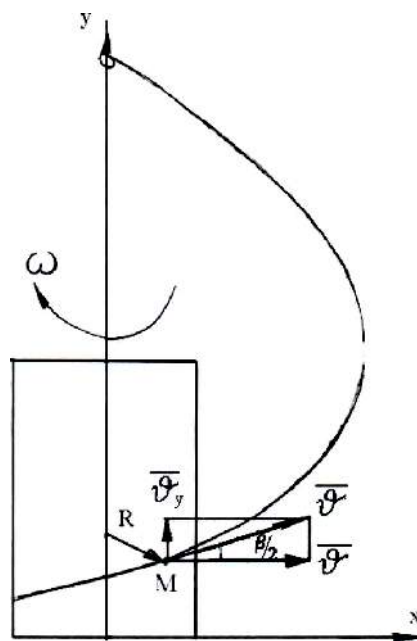


Рис. 2

Очевидно, что при отсутствии рывков и срывов витков с поверхности паковки скорость сматывания нити можно определить из выражения:

$$\vartheta = \sqrt{v_0^2 + v_n^2}. \quad (4)$$

Рассмотрим действие сил, возникающих при осевом сматывании нити, показанных на рис. 2, где изображена цилиндрическая бобина в осях хоу, причем ось х проходит по основанию паковки, а ось у совпадает с осью бобины. В точке М – отрыва нити от паковки – вектор скорости $\bar{\vartheta}$ направлен по касательной к баллону сматываемой нити, совершающему вращение с угловой скоростью ω относительно оси паковки.

Вектор скорости $\bar{\vartheta}$ можно разложить на два составляющих $\bar{\vartheta}_x$ и $\bar{\vartheta}_y$, спроектировав их на плоскость хоу.

Угол наклона касательной $\bar{\vartheta}$ совпадает с углом подъема витков $\frac{\beta}{2}$; R – текущий радиус намотки паковки.

Поскольку вектор $\bar{\vartheta}_x = -a \bar{\vartheta}_0$ и $\bar{\vartheta}_y = -a \bar{\vartheta}_n$, где $a \geq 0$, то скорость сматывания нити (4) с учетом выражения $\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{\vartheta_y}{\vartheta_x} = \frac{\vartheta_n}{\vartheta_0}$, откуда $\vartheta_y = \vartheta_x \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$, можно представить в виде:

$$\vartheta^2 = \vartheta_x^2 + \vartheta_y^2 = \vartheta_x^2 + \vartheta_x^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2} = \vartheta_x^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}). \quad (5)$$

Так как

$$\sin^2 \frac{\beta}{2} + \cos^2 \frac{\beta}{2} = 1,$$

то

$$\operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2} + 1 = \frac{1}{\cos^2 \frac{\beta}{2}},$$

а

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{hn}{\pi D n} = \frac{h}{\pi D} = \frac{h_k}{i_0 \pi D},$$

следовательно можно записать, что:

$$\vartheta_x = \frac{\vartheta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}}} = \vartheta \cos \frac{\beta}{2}, \quad (6)$$

а

$$\omega = \frac{\vartheta_x}{R}. \quad (7)$$

Если $\beta/2 = 0$, $\vartheta_x = \vartheta$, что соответствует сматыванию нити с вращающейся паковки, то угловая скорость вращения при этом будет:

$$\omega = \frac{\vartheta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}}} = \frac{\vartheta \cos \frac{\beta}{2}}{R}. \quad (8)$$

Если же $\beta/2 = 90^\circ$, то $\vartheta_x = 0$ и $\omega = 0$.

То есть осевое сматывание нити с неподвижной паковки наиболее эффективно при большом значении угла скрещивания витков β .

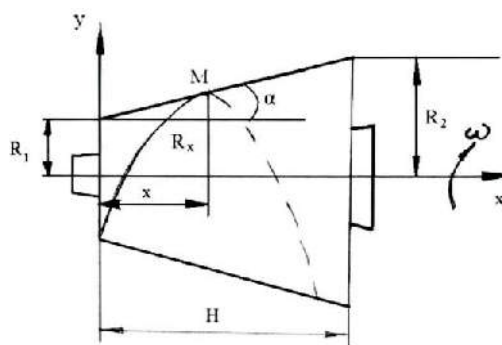


Рис. 3

Рассмотрим процесс сматывания нити с бобины конической формы, схема которой показана на рис. 3.

На рис. 3 видно, что в точке М, лежащей на поверхности паковки $R_x = R_1 + x \operatorname{tg} \alpha$. В этом случае окружная скорость наматывания нити может быть определена по формуле:

$$\vartheta_0 = \omega R_x = \omega (R_1 + x \operatorname{tg} \alpha), \quad (9)$$

где ω – угловая частота вращения бобины; R_x – текущий радиус намотки; R_1 – радиус малого торца бобины; α – угол конуса намотки (патрона).

Скорость нитеводителя определяется по формуле:

$$\vartheta_n = hn = \frac{\omega}{2\pi} h, \quad (10)$$

где h – шаг намотки.

Угол подъема витков можно найти из выражения:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{\vartheta_n}{\vartheta_0} = \frac{h\omega}{2\pi\omega(R_1 + x\operatorname{tg}\alpha)} = \frac{h}{2\pi(R_1 + x\operatorname{tg}\alpha)}. \quad (11)$$

Так как $h = \frac{h_k}{i_0}$, то

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{h_k}{2\pi i_0 (R_1 + x\operatorname{tg}\alpha)}, \quad (12)$$

а

$$\vartheta_x = \vartheta \cos \frac{\beta}{2}. \quad (13)$$

На прецизионных мотальных машинах $h_k = \operatorname{const}$ и $i_0 = \operatorname{const}$, поэтому угол скрещивания витков β уменьшается по мере приближения к большему торцу бобины, а следовательно, скорость при разматывании нити будет уменьшаться в этом же направлении:

$$\omega = \frac{\vartheta_x}{R} = \frac{\vartheta \cos \frac{\beta}{2}}{(R_1 + \operatorname{tg}\alpha)}. \quad (14)$$

Если $\alpha = 0$ и $\beta = 0$, то $R_1 = R_2 = R$, тогда

$$\omega = \frac{\vartheta \cos 0}{(R + 0)} = \frac{\vartheta}{R}, \quad (15)$$

что соответствует сматыванию нити с цилиндрической бобины.

Если $\beta/2 = 90^\circ$, то $\omega = 0$, но

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}}},$$

а

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{h_k}{2\pi i_0 (R_1 + x\operatorname{tg}\alpha)}. \quad (16)$$

У прецизионных машин

$$h_k = \frac{2H}{k} = \operatorname{const}.$$

У машин фрикционного типа h_k – переменная величина. Например, для мотальных машин М-2 график изменения h_k от радиуса намотки паковки R_x показан на рис. 4.

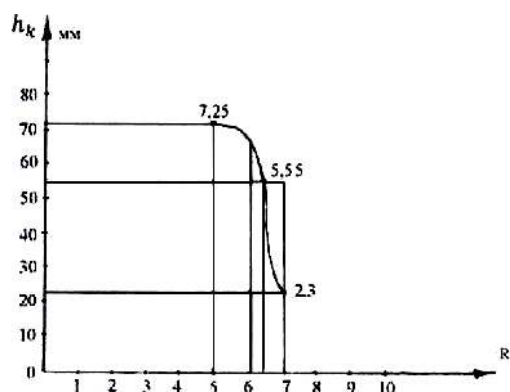


Рис. 4

Переменный характер изменения h_k приводит к хаотичному расположению нити в одном слое намотки, переменному значению угла подъема витков и, следовательно, колебанию скорости сматывания нити при сходе слоя намотки.

ВЫВОДЫ

1. На скорость сматывания нити с мотальных паковок влияние оказывают как форма намотки, так и структура – расположения нитей; так, цилиндрические бобины обеспечивают постоянство скорости сматывания нити с вращающихся паковок даже при малых значениях угла скрещивания витков.

2. При сматывании нити с конических бобин, формируемых на машинах фрикционного типа, угол скрещивания витков β уменьшается по мере приближения к большему торцу бобины, в том же направлении уменьшается и скорость сматывания нити в слое намотки.

3. При сматывании нити с конических бобин, формируемых на машинах фрикционного типа, хаотичность структуры

намотки обуславливает и колебания скорости сматывания нити даже в одном слое ее намотки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зайцев В.П., Панин И.Н.* Исследование процесса формирования бобин сотовой намотки на машине «Бандомат»// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983, №3.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 30.09.13.
