

О РАВНОВЕСИИ ВИТКОВ ПРЯЖИ НА ПОВЕРХНОСТИ МОТАЛЬНЫХ ПАКОВОК

А.И.ПАНИН

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

Одной из основных причин, препятствующих высокоскоростному сматыванию нитей с мотальных паковок, является образование слетов витков с поверхности паковок при возрастании скорости перематывания. Слетевшие витки задевают за направляющие органы машин и вызывают обрыв нитей, увеличивая таким образом отходы нитей и уменьшая производительность труда и оборудования на различных переходах ткацкого производства (в сновании, ткачестве, перемотке утка и т.д.). Очевидно, увеличение количества слетов при возрастании скорости сматывания обусловлено главным образом возрастанием натяжения сматываемой нити.

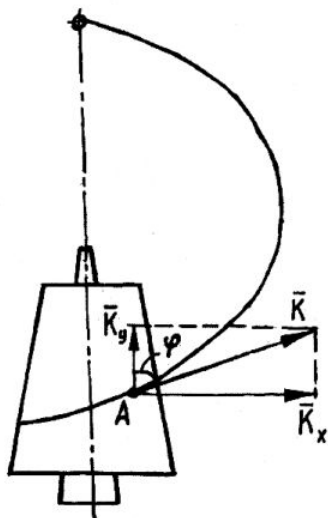


Рис. 1

На рис.1 изображена схема сил, действующих на нить при сматывании. В точке А отрыва нити от паковки натяжение \bar{K} нити направлено по касательной к ее контуру. Разложим его на две составляющие:

$$\begin{aligned} K_x &= K \sin \varphi, \\ K_y &= K \cos \varphi, \end{aligned}$$

где φ – угол схода нити с бобины (угол сматывания); K_x – полезная составляющая натяжения нити, способствующая отделению витков друг от друга; K_y – составляющая, стремящаяся вызвать слет (срыв) витков с поверхности бобины.

Для уменьшения K_y необходимо увеличивать угол сматывания φ при помощи образования многоволнового баллона (путем применения баллоноразбивателей, увеличения расстояния между бобиной и глазком нитеприемника и использования ряда других факторов).

Однако кроме натяжения немаловажное влияние на процесс образования слетов оказывает структура намотки самих бобин.

Профессор А.П. Минаков, исследовав процесс наматывания нити [1], получил следующие два условия ее равновесного положения на поверхности мотальной паковки.

Первое условие формы – когда

$$\operatorname{tg} \theta \leq \mu_{\max}, \quad (1)$$

где θ – угол геодезического отклонения витков; μ_{\max} – коэффициент трения витков о поверхность намотки или патрона.

На поверхности паковок существуют линии, для которых $\theta = 0$. Такие линии называются геодезическими. На развертке поверхности наматывания они превращаются в прямые. Если виток располагается по геодезической линии, то условие формы выполняется всегда и, следовательно, положение его устойчиво, а сматывание (наматывание) витков будет происходить без слетов и сползаний.

Второе условие натяжения – когда

$$K_2 = K_1 \exp \left(\int_0^\psi \cos \theta \sqrt{\mu_{\max}^2 - \operatorname{tg}^2 \theta} d\psi \right), \quad (2)$$

где K_1 – натяжение ветви нити в намотке; K_2 – натяжение свободного сбегающего конца нити; ψ – угол охвата нитью паковки.

Для использования формул А.П. Минакова необходимо уметь определять угол геодезического отклонения θ .

В самом общем случае при наматывании нити на поверхность любой формы

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\left(R \cos \frac{\beta}{2} \right)'}{\cos^2 \frac{\beta}{2}}, \quad (3)$$

где R – текущий радиус намотки паковки, изменяющийся в общем случае в осевом направлении паковки; β – угол скрещивания витков.

Производная берется по направлению оси x , совпадающей с осью паковки. Таким образом, в самом общем случае $R = R(x)$ и $\beta = \beta(x)$.

Для конической бобины

$$\operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{1 + \sin^2 \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\beta}{2}} \right) + \frac{c \sin \frac{\beta}{2}}{\omega}, \quad (4)$$

где α – угол конусности бобины;

$$c = \frac{v_{n \max} - v_{n \min}}{H},$$

где $v_{n \max}$, $v_{n \min}$ – соответственно наибольшая и наименьшая скорость раскладки нити (нитеводителя); H – размах нитеводителя (высота паковки).

Если $v_n = \operatorname{const}$, $\omega = \operatorname{const}$, то

$$\operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{1 + \sin^2 \frac{\beta}{2}}{\cos \frac{\beta}{2}} \right). \quad (5)$$

Если $v_n \neq \operatorname{const}$, $\beta = \operatorname{const}$, то

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{R' \cos \frac{\beta}{2}}{\cos^2 \frac{\beta}{2}} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \frac{\beta}{2}}, \quad (6)$$

$$R' = \frac{dR}{dx},$$

где R' – производная текущего радиуса намотки по оси паковки.

Для машины М-2:

$$\frac{c}{\omega} = \frac{n_b (h_{k \max} - h_{k \min})}{H 2\pi n_b} = \frac{h_{k \max} - h_{k \min}}{H 2\pi i_o},$$

$$\frac{c}{\omega} = \frac{(h_{k \max} - h_{k \min}) R_k}{H 2\pi R_b},$$

где ω – угловая частота вращения паковки; R_b – радиус мотального барабанчика; $h_{k \max}$, $h_{k \min}$ – соответственно максимальный и минимальный шаг канавки мотального барабанчика; n_b , n_b – частота вращения веретена, бобины; R_k – контактный радиус намотки бобины; i_o – общее передаточное отношение между веретеном и нитеводителем.

Однако наши исследования показали, что существенную роль на образование слетов оказывает угол сдвига между витками различных пар слоев намотки $\psi_{1,p+1}$. В основном и определяющий ее структуру:

$$\psi_{1,p+1} = 2\pi r (k i_o - n_1), \quad (7)$$

где r – степень замыкания намотки, то есть число двойных ходов нитеводителя (нити), после которых витки $(p+1)$ -й пары слоев пойдут по виткам первой пары слоев намотки и формирование объемного слоя закончится; k – общее число оборотов нитеводителя за цикл движения нитеводителя (за один двойной ход нитеводителя); $n_1 = [k i_o]$ – целая часть числа $k i_o$.

Вполне очевидно, что слет образует не один, а группа витков. Наши исследования показали, что, как правило, слетает группа

витков, образующих объемный слой.

Чем больше витков в объемном слое, тем труднее его сорвать с поверхности намотки и, следовательно, тем меньше образуется слетов. У сомкнутых намоток число витков в объемном слое гораздо больше, чем у замкнутых, поэтому число слетов при разматывании бобин сомкнутой структуры минимально или близко к нулю.

При разматывании бобин замкнутой структуры с малой степенью P замыкания наблюдается повышенное количество слетов.

После сделанных замечаний становится понятным и вопрос об угле ψ охвата поверхности паковки витками намотки в формуле (2) А.П. Минакова. Очевидно, этот угол должен соответствовать числу витков в объемном слое намотки.

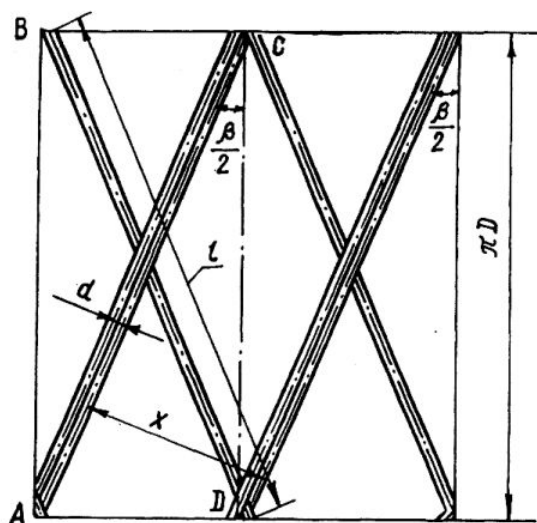


Рис. 2

Наиболее наглядно данный вывод можно проиллюстрировать изображением витков однозамкнутой намотки на цилиндрическую бобину в виде ее развертки (рис.2).

В нашем случае при однозамкнутой намотке в одном объемном слое намотки будут расположены только четыре витка, а суммарный угол охвата нитью паковки составит

$$\psi = 2\pi W = 8\pi. \quad (8)$$

Для трехзамкнутой намотки число витков нити в объемном слое будет в три раза больше, чем у однозамкнутой, а суммарный угол охвата нитью паковки также возрастет втрое.

Вообще, для p -замкнутой намотки число витков нити в объемном слое может быть определено по формуле

$$W_{oc} = 2WP = ki_0, \quad (9)$$

где W – число витков в одной паре слоев намотки.

Наибольшее число витков в одном объемном слое намотки, а следовательно, и максимальный суммарный угол охвата паковки нитью будет при сомкнутой намотке, где

$$W_{oc} = \frac{2x}{d} ki_0. \quad (10)$$

Здесь x – расстояние между витками на развертке намотки (рис.2) в одном объемном слое; d – диаметр нити.

Тогда условие натяжения нити, при котором возможно равновесное положение ее на поверхности намотки, примет вид (2)

$$\psi = 2\pi W_{oc}. \quad (11)$$

Проведенные экспериментальные исследования по сматыванию нитей с паковок различной структуры на высоких скоростях полностью подтвердили теоретические выводы. Длина нити в образованных слетах соответствовала ее длине в одном объемном слое намотки. У бобин сомкнутой структуры намотки слетов не обнаружено.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что слетом витков при сматывании нити с паковки является срыв одного и более объемных слоев намотки с поверхности паковки.

2. Количество слетов и длина нити в них определяется структурой намотки мо-

тальной паковки, а именно степенью замыкания или числом витков нити в одном объемном слое намотки, толщина которого равна двум диаметрам нити.

3. Минимальное число слетов имеют паковки, близкие к сомкнутым намоткам с максимальным числом витков в шаге намотки и, следовательно, с максимальным суммарным углом охвата паковки нитью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Минаков А.П.* Основы механики нити / Науч.-исследоват. тр. – М., МТИ, 1941, т.9.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 18.11.03.
