

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ ПРИ ПЕРЕМАТЫВАНИИ НА УДЕЛЬНУЮ ПЛОТНОСТЬ БОБИН СОМКНУТОЙ НАМОТКИ

С.Д.НИКОЛАЕВ, М.И.ПАНИН, М.М.КАЩЕЕВА, Н.А.НИКОЛАЕВА

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

Известно [1], что удельная плотность намотки цилиндрических бобин сомкнутой структуры приближается к величине, равной $1/c^2$, где c – величина, характеризующая вид волокнистого материала, из которого изготовлена нить. Следует отметить, что идеально сомкнутую структуру намотки нити на бобину достичь трудно, так как вследствие неравномерности наматываемой нити по толщине невозможно устранить зазоры между витками наматываемой пряжи (пустоты). Формирование идеально сомкнутой структуры намотки нитей на конической бобине также невозможно, вследствие того, что угол сдвига витков, обеспечивающий формирование требуемой структуры, можно обеспечить только на малом торце бобины, в то время как на большем торце бобины неизбежно будут образовываться промежутки между витками намотки, так как мотальный механизм может обеспечивать только одну величину передаточного отношения к веретену и, следовательно, только один угол сдвига витков.

Таким образом, наматываемые на прецизионных мотальных машинах конические бобины имеют лишь близкую к сомкнутой (квазисомкнутую) структуру намотки нитей. Однако в ряде случаев на практике наблюдается превышение значения удельной плотности бобин величины, равной $1/c^2$.

В результате исследований, проводимых Зайцевым В.П., Паниным И.Н. и Минаевым А.Г., в работе [2] было установле-

но, что удельная плотность сомкнутой структуры намотки увеличивается при увеличении натяжения перематываемой пряжи и степени давления укатывающего ролика на намотку.

Авторами работы [2] установлено, что объемная плотность намотки γ равна произведению коэффициента заполнения объема паковки волокнистым материалом k_3 на плотность наматываемых нитей ρ , то есть:

$$\gamma = k_3 \rho. \quad (1)$$

Коэффициент заполнения объема паковки k_3 сильно возрастает при сомкнутой структуре намотки, следовательно, удельная плотность также увеличивается. Увеличение плотности намотки γ за счет повышения плотности пряжи ρ , то есть более сильного смятия нитей, нецелесообразно, так как изменение структуры нитей ведет к изменению структуры изделий (ткани, трикотажа), вырабатываемых из них. Однако повышение степени прессования намотки укатывающим роликом и натяжения нитей способствует увеличению плотности намотки γ как за счет роста k_3 , так и за счет увеличения ρ .

Поэтому натяжение нитей при перематывании и степень прессования намотки должны быть выбраны такими, чтобы они способствовали повышению коэффициента заполнения паковки волокнистым мате-

риалом k_3 и мало влияли на плотность пряжи ρ .

Например, максимальная удельная плотность намотки γ для льняной пряжи при сомкнутой структуре стремится к $\gamma = 0,783 \text{ г/см}^3$, так как c – величина, характеризующая вид пряжи, для льна равна 1,13 и $(\gamma = \frac{1}{c^2} = \frac{1}{1,13^2} \approx 0,783 \text{ г/см}^3)$.

Практические исследования перематывания льняной пряжи линейной плотности $T=220$ текс на прецизионной мотальной машине Фостер (США) в цилиндрические бобины сомкнутой структуры позволили сформировать паковки со средней удельной плотностью $\gamma = 0,81 \text{ г/см}^3$. Это говорит о том, что значение c изменилось.

Очевидно, оказали влияние натяжение нити при перематывании и степень пресования намотки укатывающим роликом, которые позволили значительно увеличить удельную плотность намотки нитей на бобину.

Следует отметить, что под влиянием натяжения происходит изменение величины c , которая снижается за счет удлинения (вытяжки) нити и уменьшения ее поперечного сечения. Для проверки сделанных предположений нами было проведено исследование зависимости величины c от натяжения нити K .

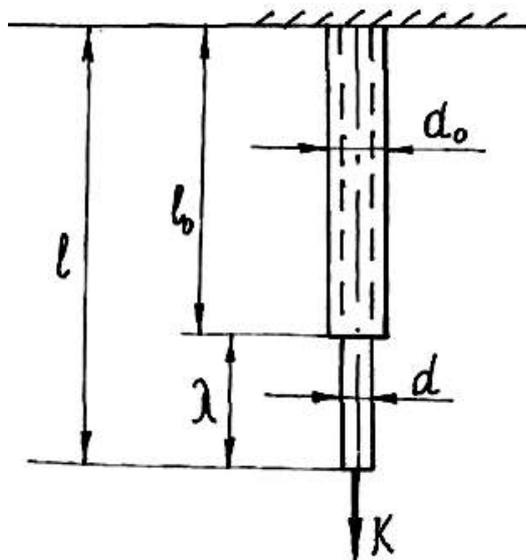


Рис. 1

На рис. 1 показана схема отрезка нити под нагрузкой K – натяжения нити; λ – продольная деформация нити. Очевидно, что увеличение длины нити вследствие приложенной нагрузки может быть определено по формуле:

$$\ell = \ell_0 + \lambda = \ell_0 + \frac{K\ell_0}{c'_H \cdot 10^5} [\text{м}], \quad (2)$$

где ℓ_0 – длина нити без нагрузки; ℓ – длина нити под нагрузкой; $c'_H = 0,2 \text{ кг/см} \cdot \text{м}$ – коэффициент жесткости метрового отрезка нити.

При $K=200 \text{ г}$:

$$\ell = 2 + \frac{200 \cdot 2}{0,2 \cdot 10^5} = 2,02 \text{ м.}$$

Так как масса нити при деформации изменяться не будет, то

$$g = \frac{100\pi\ell_0 d_0^2}{4} \gamma_{HO} = \frac{100\pi\ell d^2}{4} \gamma_H, \quad (3)$$

где ℓ_0 и ℓ – длина нити до и после деформации, м; γ_{HO} – объемная плотность нити до деформации; γ_H – объемная плотность нити после деформации; d_0 и d – условный диаметр нити до и после деформации, см.

Так как

$$c = \sqrt{\frac{4}{\pi\gamma_{HO}}}$$

и

$$c = \sqrt{\frac{4}{\pi\gamma_H}},$$

то

$$c_0^2 = \frac{4}{\pi\gamma_{HO}} \left[\frac{\text{см}^3}{\text{г}} \right], \quad c^2 = \frac{4}{\pi\gamma_H} \left[\frac{\text{см}^3}{\text{г}} \right],$$

а следовательно:

$$\frac{100\ell_0 d_0^2}{c_0^2} = \frac{100\ell d^2}{c^2} \quad (4)$$

с или

$$c^2 = \frac{d^2 \ell c_0^2}{\ell_0 d_0^2} = \frac{c_0^2 d^2 \ell_0 \left(1 + \frac{K}{c'_H \cdot 10^5}\right)}{\ell_0 d_0^2},$$

$$c^2 = \frac{c_0^2 d^2}{d_0^2} \left(1 + \frac{K}{c'_H \cdot 10^5}\right),$$

$$c = \frac{c_0 d}{d_0} \sqrt{1 + \frac{K}{c'_H \cdot 10^5}}. \quad (5)$$

Учитывая коэффициент Пуассона:

$$\mu = \frac{\varepsilon_{\text{поп}}}{\varepsilon_{\text{прод}}}, \quad (6)$$

где $\varepsilon_{\text{поп}} = \frac{d_0 - d}{d_0}$ – относительная поперечная деформация нити при приложенной нагрузке; $\varepsilon_{\text{прод}} = \frac{\lambda}{\ell_0} \cdot 100\%$ – относительная продольная деформация нити при той же нагрузке. Или можно записать:

$$\varepsilon_{\text{прод}} = \frac{K \ell_0 \cdot 100}{\ell'_H \cdot 10^5 \ell_0} = \frac{K}{c'_H \cdot 10^3} (\%), \quad (7)$$

$$\varepsilon_{\text{поп}} = \mu \varepsilon_{\text{прод}} = \frac{\mu K}{c'_H \cdot 10^3} (\%), \quad (8)$$

так как

$$\varepsilon_{\text{поп}} = \frac{d_0 - d}{d_0} \cdot 100\%, \quad \varepsilon_{\text{поп}} d_0 = 100d_0 - 100d$$

и

$$d = d_0 - \frac{\varepsilon_{\text{поп}} d_0}{100}, \quad d = d_0 \left(1 - \frac{\varepsilon_{\text{поп}}}{100}\right)$$

или

$$d = d_0 \left(1 - \frac{\mu K}{c'_H \cdot 10^5}\right). \quad (9)$$

А величина c будет равна:

$$c = \frac{c_0 d_0 \left(1 - \frac{\mu K}{c'_H \cdot 10^5}\right)}{d_0} \sqrt{1 + \frac{K}{c'_H \cdot 10^5}},$$

или

$$c = c_0 \left(1 - \frac{\mu K}{c'_H \cdot 10^5}\right) \sqrt{1 + \frac{K}{c'_H \cdot 10^5}}. \quad (10)$$

Для льняной пряжи $c_0 = 1,13$; $c'_H = 0,545$ кг/см.

При нагрузке на нить $K=220$ г определим μ , если удельная плотность намотки $\gamma_1 = 0,81$ г/см³, $\gamma_2 = 0,84$ г/см³.

$$\text{При } \gamma_1 = 0,81 \text{ г/см}^3 \quad c_1 = \frac{1}{\sqrt{\gamma}}; \quad c_2 = \frac{1}{\sqrt{0,81}} = 1,11;$$

$$\text{при } \gamma_2 = 0,84 \text{ г/см}^3 \quad c_2 = \frac{1}{\sqrt{0,84}} = 1,09$$

$$\mu = \left(1 - \frac{c}{c_0 \sqrt{1 + \frac{K}{c'_H \cdot 10^5}}}\right) \frac{c'_H \cdot 10^5}{K} \quad \text{и } \mu_1 = 5,0;$$

а $\mu_2 = 9,0$.

По полученным данным построим график зависимости величины c , характеризующей изменения в пряже от величины натяжения нити K .

Если $K_0 = 0$, то $c = c_0$; а $c_1 = 1,13$; $c_2 = 1,13$;
При $K = 100$ г:

$$c_1 = 1,13 \left(1 - \frac{5 \cdot 100}{0,545 \cdot 10^5}\right) \sqrt{1 + \frac{100}{0,545 \cdot 10^5}} = 1,12.$$

Удельная плотность сомкнутой намотки: $\gamma_1 = \frac{1}{c_2} = 0,79$ г/см³

$$c_2 = 1,13 \left(1 - \frac{9 \cdot 100}{0,545 \cdot 10^5}\right) \sqrt{1 + \frac{100}{0,545 \cdot 10^5}} = 1,11$$

и $\gamma_2 = 0,81$ г/см³.

Расчетные данные сведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	К, г	c_1	$\gamma_1, \text{г/см}^3$	c_2	$\gamma_2, \text{г/см}^3$
1	100	1,12	0,79	1,11	0,81
2	300	1,1	0,83	1,08	0,86
3	400	1,09	0,84	1,06	0,89
4	500	1,08	0,85	1,04	0,92
5	1000	1,04	0,93	0,95	1,1
6	1500	1,02	1,02	0,86	1,35
7	2000	0,94	1,13	0,77	1,68

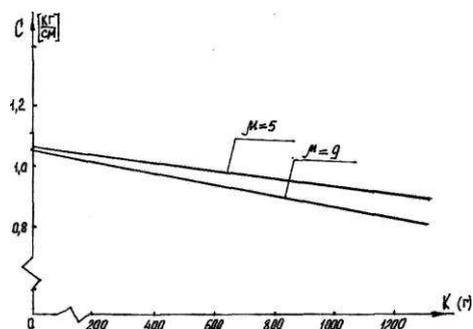


Рис. 2

На рис.2 построен график теоретической зависимости изменения величины c от напряжения нити K , для $\mu = 5$ и $\mu = 9$.

Из графика, показанного на рис.2, видно, что при увеличении натяжения нити величина c уменьшается, а удельная плотность намотки возрастает.

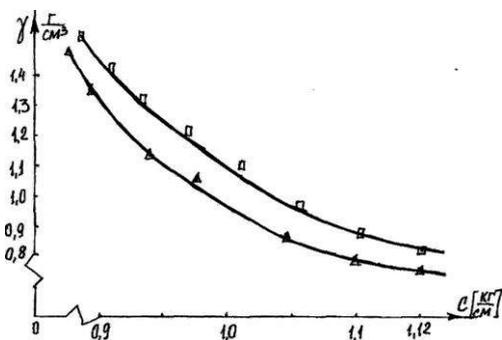


Рис. 3

На рис.3 показан график изменения удельной плотности намотки γ сомкнутой структуры, линейной плотности $T=220$ текс, от величины c .

ВЫВОДЫ

1. Натяжение нити и степень присвоения намотки укатывающим роликом при формировании мотальных паковок сомкнутой структуры влияют на удельную плотность формируемых паковок. При увеличении натяжения нити величина c уменьшается, а удельная плотность намотки возрастает.

2. Величина натяжения нити при перематывании и степень прессования намотки должны выбираться умеренными, не нарушающими структуру пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин И.Н. Совершенствование процесса формирования структуры и процесса сматывания паковок сомкнутой намотки: Дис...канд. техн. наук. – Л.: ЛИТЛП им. С.М.Кирова, 1983.

2. Зайцев В.П., Панин И.Н., Минаев А.Г. // Изв. вузов Технология текстильной промышленности. – 1984, №3.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 02.04.09.