

К РАСЧЕТУ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ВТОРОГО РОДА ХЛОПКОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ

Е.А. ПОСЫЛИНА, И.Ю. ЛАРИН, Я.М. КРАСИК, А.А. МИНОФЬЕВ, Н.Н. КЛЁМИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

При исследовании и расчете процесса распространения крутки по баллону при пневмомеханическом прядении хлопкольнаной пряжи оказываются необходимыми данные о значениях модуля упругости второго рода. В литературных источниках такие данные отсутствуют.

Обозначим линейную плотность пряжи через μ_n (в системе СИ), а плотность вещества, из которого состоит волокно – через γ_n . Линейную плотность пряжи в тексах обозначим через T , а плотность вещества, из которого состоят волокна, мг/мм³, обозначим через δ .

Расчетные диаметр и радиус пряжи, мм, определяются по формулам [1]:

$$d_n^* = \frac{2}{\sqrt{1000\pi}} \sqrt{\frac{T}{\delta}}, \quad r_n^* = \frac{1}{\sqrt{1000\pi}} \sqrt{\frac{T}{\delta}}$$

или

$$d_n^* = 0,03568 \sqrt{\frac{T}{\delta}}, \quad r_n^* = 0,01784 \sqrt{\frac{T}{\delta}}.$$

Обозначим $\Pi = \frac{1}{\sqrt{1000\pi}}$. Следовательно:
но:

$$d_n^* = 2\Pi \sqrt{\frac{T}{\delta}}, \quad r_n^* = \Pi \sqrt{\frac{T}{\delta}}.$$

Отметим, что между μ_n и T , γ_n и δ существует следующая взаимосвязь:

$$\delta = \gamma_n \cdot 10^{-3}, \quad T = \mu_n \cdot 10^6$$

или

$$\gamma_n = \delta \cdot 10^3, \quad \mu_n = T \cdot 10^{-6}.$$

Расчетный радиус нити в системе СИ:

$$r_n = 10^{-3} \Pi \sqrt{\frac{T}{\delta}}.$$

Подставим в выражение для r_n соотношения между T и μ_n , δ и γ_n :

$$r_n = 10^{-3} \Pi \sqrt{\frac{10^6 \mu_n}{10^{-3} \gamma_n}} = 0,5642 \sqrt{\frac{\mu_n}{\gamma_n}}.$$

Следовательно, расчетный диаметр в системе СИ:

$$d_n = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{\mu_n}{\gamma_n}} = 1,1284 \sqrt{\frac{\mu_n}{\gamma_n}}.$$

Согласно [1] жесткость C при кручении пряжи равна произведению модуля упругости второго рода G на полярный момент инерции площади поперечного сечения пряжи J_p :

$$C = GJ_p,$$

где $J_p = \int_S r^2 dS$.

Отметим, что для пряжи, имеющей расчетный радиус r_n :

$$J_p = 0,5\pi r_n^4.$$

Подставим в выражение для J_p формулу для r_n :

$$J_p = \frac{\pi}{2} \frac{1}{\pi^2} \left(\sqrt{\frac{\mu_n}{\gamma_n}} \right)^4 = \frac{1}{2\pi} \frac{\mu_n^2}{\gamma_n^2} = 0,1592 \frac{\mu_n^2}{\gamma_n^2}.$$

Следовательно:

$$C = \frac{G}{2\pi} \frac{\mu_n^2}{\gamma_n^2}.$$

Согласно [1] для хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25 текс (при $\gamma_n = 1500 \text{ кг/м}^3$):

$$C = 2,27 \cdot 10^{-8} \text{ Н}\cdot\text{м}^2; J_p = 4,4 \cdot 10^{-17} \text{ м}^4.$$

Величина модуля упругости второго рода в этом случае равна

$$G = \frac{2,27 \cdot 10^{-8}}{4,4 \cdot 10^{-17}} = 5,159 \cdot 10^8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}.$$

Так как $\mu_n = 10^{-6} T_n$, то

$$C = \frac{G}{2\pi} \frac{\mu_n^2}{\gamma_n^2} = \frac{G}{2\pi} \frac{(10^{-6} T_n)^2}{\gamma_n^2}.$$

Отсюда:

$$G = \frac{2\pi \gamma_n^2 C}{10^{-12} T_n^2}.$$

Жесткость при кручении хлопкольнайной пряжи определяли при помощи крутильного маятника КМ-20 по стандартной методике [1].

Результаты испытаний хлопкольнайной пряжи представлены в табл.1 (зависимость жесткости при кручении от линейной плотности смесовой пряжи с содержанием котонина 25% и хлопка 75%) и табл. 2 (зависимость модуля упругости второго рода от линейной плотности смесовой пряжи с содержанием котонина 25% и хлопка 75%).

Таблица 1

Линейная плотность пряжи T_n , текс	25	29	38	42	50
Жесткость при кручении C , $10^{-8} \text{ Н}\cdot\text{м}^2$	3,01	3,52	6,02	6,82	8,01

Таблица 2

Линейная плотность пряжи T_n , текс	25	29	38	42	50
Модуль упругости G , 10^{-8} Н/м^2	6,81	5,91	5,86	5,46	4,53

ВЫВОДЫ

Разработана методика расчета и экспериментального определения модуля упругости второго рода хлопкольнайной пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. – М.: Легпромбыт-издат, 1989.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 29.05.07.