

Предложение 4. Пусть справедливо неравенство $|z_1 + z_2| > |z_1 - z_2|$. Если выполняется условие (12), то справедливы равенства:

$$c_{M_3}^* = -\frac{z_1 + z_2}{2z_1z_2}, \quad r_{M_3}^* = \frac{|z_1 - z_2|}{2|z_1z_2|}. \quad (14)$$

Если выполняется условие (13), то справедливы равенства:

$$c_{M_3}^* = -\frac{z_1 + z_3}{2z_1z_3}, \quad r_{M_3}^* = \frac{|z_1 - z_3|}{2|z_1z_3|}. \quad (15)$$

Если оба неравенства (12) и (13) неверны, то есть выполняются два условия:

$$\begin{aligned} (a_1^2 + b_1b_2)(a_2 - a_1) - a_1(b_1 - b_2)^2 &= -|z_2|^2(z_1 + \bar{z}_1) + z_1\bar{z}_2z_3 + \bar{z}_1z_2\bar{z}_3 > 0, \\ (b_1^2 + a_1a_2)(b_2 - b_1) - b_1(a_1 - a_2)^2 &= -i|z_3|^2(\bar{z}_1 - z_1) - iz_1z_2\bar{z}_3 + i\bar{z}_1\bar{z}_2z_3 > 0, \end{aligned} \quad (16)$$

то справедливы равенства:

$$c_{M_3}^* = -\frac{\bar{z}_2 + \bar{z}_3}{2\operatorname{Re} z_2\bar{z}_3} = -\frac{\bar{z}_1 + \bar{z}_4}{2\operatorname{Re} z_1\bar{z}_4}, \quad r_{M_3}^* = \frac{|z_2 - z_3|}{2\operatorname{Re} z_2\bar{z}_3} = \frac{|z_1 - z_4|}{2\operatorname{Re} z_1\bar{z}_4}. \quad (17)$$

Литература:

1. Трубников, Ю. В. Оптимальные итерационные процессы: монография / Ю. В. Трубников, О. В. Пышненко, И. А. Орехова. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2011. – 95 с.
2. Иоффе А. Д. Теория экстремальных задач / А. Д. Иоффе, В. М. Тихомиров. – Москва: Наука, 1976. – 480 с.

УДК 677.314.022.043.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ НА КОЛЬЦЕВЫХ ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИНАХ В СРЕДЕ MATHCAD

СКУЛАНОВА Н.С., профессор, БАБКИН М.М., магистрант, МАЛИНОВСКИЙ В.В., магистрант, СОБАЛЬКОВА Н.С., магистрант, МИХАЙЛОВА А.А., студент

Московский государственный университет дизайна и технологии,
г. Москва, Российская Федерация

Ключевые слова: натяжение, пряжа, прочность, веретено.

Реферат: проведено моделирование натяжения нити при наматывании на кольцевых прядильных машинах по формулам проф. В.П.Щербакова в среде MathCAD. Установлены границы запаса прочности чистшерстяной и полшерстяной пряжи 28 текс для прядильной машины фирмы «Савио» FTC-7L.

Решения задачи о баллонировании нити даны в работах Минакова А.П., Мигушева И.И., Живова В.С. [1]. Изложенные работы известных механиков ограничены исследованием движения и относительного равновесия нити без учета на конце нити бегунка, т.е. груза массы m_B , движущегося с трением по кольцу. Построенная в учебнике по моделированию технологических процессов в текстильной промышленности математическая модель баллона учитывает достаточно полные условия, но принятые допущения, неточности ограничивают точное знание о наматывании на кольцевой прядильной машине.

В работах профессора В.П.Щербакова проведено уточнение формулы для расчета натяжения нити между бегунком и початком с учетом бегунка на конце нити. [1,2,3,4,5]

Для решения задачи о баллонировании и натяжении нити необходимо решить систему уравнений. (1):

$$1 = \int_0^h \sqrt{1 + \left(\operatorname{tg}\alpha_0 - 3n^2 \frac{\sin \alpha_0}{3 \cos^3 \alpha_0} x^2 \right)^2} dx, \quad \operatorname{tg}\alpha_B = \operatorname{tg}\alpha_0 - 3n^2 \frac{\sin \alpha_0}{3 \cos^3 \alpha_0} h^2, \quad (1)$$

$$\frac{m_B \omega^2 R_k}{\frac{\sin \beta}{K_k} + \cos \beta \pm (\sin \alpha_B - \cos \alpha_B) e^{-K_H \left(\frac{\pi}{2} + \alpha_B \right)}} = C \sqrt{1 + \left(\operatorname{tg} \alpha_0 - 3n^2 \frac{\sin \alpha_0}{3 \cos^3 \alpha_0} h^2 \right)^2},$$

где: μ – линейная плотность пряжи; h – высота баллона; m_B – масса бегунка; $D_k = 2R_k$ – диаметр кольца; $d = 2r$ – диаметр патрона; α_B – угол входа нити в бегунок; K_k – коэффициент трения бегунка по кольцу; K_H – коэффициент трения нити по кольцу; n – частота вращения веретена; m_B – масса бегунка.

Расчеты с использованием уточненных зависимостей (1) в среде MathCAD проведены для кольцепрядильной машины камвольной системы прядения модели FTC-7L фирмы “Савио” при следующих условиях: пряжа линейной плотности 28 текс; высота баллона при наматывании $h=260$, масса бегунка $m_B=0,075$ г., диаметр кольца $D_k=50$ мм., диаметр патрона $d=22$ мм.

При изменении числа оборотов веретен с $5 \cdot 10^3$ мин⁻¹ до $13,3 \cdot 10^3$ мин⁻¹ натяжении пряжи при наматывании 28 текс возросло с 24,6 сН до 174,1 сН. Запас прочности уменьшился с 7,2 до 1,02 для чистошерстяной пряжи и с 10,1 до 1,4 полушерстяной пряжи.

Моделирование изменения диаметра початка при наматывании на прядильной машине FTC-7L фирмы “Савио” проводилось при минимальном радиусе початка 0,011 м. и максимальном - 0,024 м. Изменение натяжения между бегунком и початком при наматывании снизилось с 174,1 сН до 101,8 сН. Запас прочности увеличился для чистошерстяной пряжи с 1,02 до 1,7 и для полушерстяной пряжи с 1,4 до 2,4.

Выводы:

1. Проведено моделирование и аналитический расчет натяжения нити на кольцевых прядильных машинах в среде MathCAD по уточненным формулам проф. В.П.Щербакова для контурного движения баллонизирующей нити.

2. Установлены границы запаса прочности камвольной пряжи линейной плотности 28 текс для прядильной машины фирмы “Савио” модели FTC-7L при изменении числа оборотов веретен в диапазоне $5 \cdot 10^3 - 13,3 \cdot 10^3$ мин⁻¹ и изменении радиуса початка от 0,011 м. до 0,024 м.

3. При изменении числа оборотов веретен для чистошерстяной пряжи запас прочности лежит в диапазоне от 1,02-10,1, при изменении радиуса початка запас прочности лежит в диапазоне от 1-2,4.

Литература:

1. Щербаков В.П. Прикладная и структурная механика волокнистых материалов. М.: Тисо принт, 2013. – 304 с.
2. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов: Монография. – М.: 2008. – 268с.
3. Скуланова Н.С., Попова Е.Р., Артиков А.О. Проектирование прочности камвольной пряжи с вложением полиакрилонитрильных волокон. Журнал «Известия вузов. Технология текстильной промышленности» № 2. 2013г.
4. Скуланова Н.С., Попова Е.Р. Теоретический расчет прочности и методика определения жесткости скрученной нити при кручении. Журнал «Химические волокна», № 2, 2013г.
5. В.П. Щербаков, И.Б. Цыганов, Т.Н. Леонтьева, О.А. Гончарова. Геометрия, силовые факторы и прочность скрученных нитей. Журнал «Химические волокна», № 2, 2013 г.