УДК 685.31

АЛГОРИТМІЧНІ І ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ НИТКИ У ФОРМІ БАЛОНУ

Студ. Грудзенко С. В. МгЗІТ-18(л)
Наук. керівник доц.Шолудько М.І.
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Розробити алгоритмічні і програмні компоненти системи розрахунку параметрів нитки у формі балону [4,5].

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технологічний процес формування трикотажного полотна, предметом дослідження є взаємодія еластичної нитки з направляючими трикотажної машини [1,5-6].

Методи та засоби дослідження. Основними методами дослідження виступають теоретичні та експериментальні дослідження, які базуються на використанні текстильного матеріалознавства, механіки нитки, теорії пружності, математичного моделювання, методів теорії алгоритмів, аналітичної геометрії, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень. При розробці програмного забезпечення використовувалися сучасні мови об'єктне – орієнтованого програмування[1-2, 3,5].

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. З урахуванням сил тяжіння, опору повітря, інерції і Коріоліса отримані математичні залежності для натягу та форми балонуючої нитка, яка при своєму русі набуває форми лінії двоякої кривизни [2,4-6].

Результати дослідження. Вважаючи балон плоским, без урахування сил тяжіння, Коріоліса і опору повітря можна отримати наближену математичну модель процесу балонування нитки

$$\frac{d}{ds}(T\frac{dx}{ds})=0,\ \frac{d}{ds}(T\frac{dy}{ds})=-\mu\omega^2 y, \qquad (1)$$

де T - натяг нитки в довільній точці M; s - дугова координата точки M по контуру балона, відлічувана від початку координат;μ - маса одиниці довжини нитки; ω - кутова швидкість обертання нитки відносно осі Ox.

З першого рівняння (1) маємо

$$T\frac{dx}{ds}=c_1,\ \ T\frac{dx}{\sqrt{1+y'^2}\,dx}=c_1, \qquad (2)$$

де c_1 - довільна постійна, $y'=dy/dx$.

З (2) витікає, що

$$T=c_1\sqrt{1+y'^2}. \qquad (3)$$

Після підстановки (3) у друге рівняння (1) й відповідних скорочень, з урахуванням того, що $ds=\sqrt{1+y'^2}$ dx , знайдемо

$$\frac{d}{dx}(c_1 y')=-\mu\omega^2 y\sqrt{1+y'^2}. \qquad (4)$$

Звідси

$$y'=-\frac{\mu\omega^2 y}{c_1}\sqrt{1+y'^2}. \qquad (5)$$

Нелінійне диференціальне рівняння (5) другого порядку визначає форму нитки y=y(x). Відоме рішення цього рівняння при обмеженні $y'^2<<1$. Вирішимо рівняння (5) без вказаного допущення. Знизимо порядок рівняння, прийнявши

$$y' = V,\ y'' = \frac{dV}{dy}\frac{dy}{dx} = V\frac{dV}{dy}.$$

Підставивши прийняті позначення в (5) й розділивши змінні, знайдемо

$$\frac{d(V^2)}{2\sqrt{1+V^2}} = \frac{-\mu\omega^2 y}{c_1}dy. \qquad (6)$$

Після інтегрування отримаємо

$$\sqrt{1+V^2} = c_2 - \frac{\mu\omega^2 y^2}{2c_1},$$

Де c_2 - постійна інтегрування.

Оскільки $V = dy/dx$, з останнього вираження матимемо

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{\left(c_2 - \frac{\mu\omega^2 y^2}{2c_1}\right)^2 - 1}. \qquad (7)$$

Оскільки y(0)=0 (рис. 1), з (7) знаходимо

$$\left.\frac{dy}{dx}\right|_{x=0} = \sqrt{c^2{}_2 - 1}. \qquad (8)$$

З рівняння (3)

$$T_{x=0} = T_0 = c_1\sqrt{1 + y'^2\big|_{x=0}}, \qquad (9)$$

Де T_0 - натягнення нитки у вершині балона.

З урахуванням вираження (8) з (9) отримаємо

$$T_0 = c_1\sqrt{1 + c_2{}^2 - 1} = c_1 c_2. \qquad (10)$$

Виразив з (10) $c_2=T_0/c_1$ і підставивши це значення в (7), матимемо

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{\left(\frac{T_0}{c_1} - \frac{\mu\omega^2 y^2}{2c_1}\right)^2 - 1}. \qquad (11)$$

Після нескладних перетворень підкорінне вираження цього рівняння наводиться до виду

$$\left(\frac{T_0}{c_1} - \frac{\mu\omega^2 y^2}{2c_1}\right)^2 - 1 = \frac{(T_0^2 - c_1^2)}{c_1^2}\left[1 - \frac{\mu\omega^2 y^2}{2(T_0 - c_1)}\right]\left[1 - \frac{\mu\omega^2 y^2}{2(T_0 + c_1)}\right].$$

Висновки. Отримано точне рішення наближеної математичної моделі процесу балонування нитки, що дозволяє розрахувати форму балона і натяг нитки у балоні.

Ключові слова: нитка, форма балона, натяг нитки, сили тяжіння, сили Коріоліса, сили опору повітря.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербань В.Ю. Механіка нитки/В.Ю.Щербань. – К.:Видавництво «Укрбланковидав». – 2018. – 533 с.
2. Прогнозування процесів на основі моделювання часових рядів: навч. Посіб./П.І.Бідюк, В.Ю.Щербань, Є.О.Демківський, Т.І.Демківська.-К.:КНУТД, 2017.-324 с.
3. Щербань В.Ю. Базове проектуюче забезпечення САПР в індустрії моди/ В.Ю.Щербань, Ю.Ю.Щербань, О.З.Колиско, Г.В.Мельник, М.І.Шолудько, В.Ю.Калашник. – К.:Освіта України, 2018. – 902 с.
4. Системи підтримки прийняття рішень-проектування та реалізація / П.І. Бідюк, Ю.Ю. Щербань, В.Ю. Щербань, Є.О. Демківський . - К.: КНУТД, 2004. – 112 с.
5. Щербань В.Ю. Математичні моделі в САПР /В.Ю. Щербань, В.Г. Резанова, С.М. Краснитський . - К.:КНУТД, 2014. – 110 с.
6. Щербань В.Ю., Волков О.И., Щербань Ю.Ю. САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности. - К.:Бумсервис, 2004. - 519 с.