



УДК 685.31

АЛГОРИТМІЧНІ І ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ НИТОК ТА ТКАНИН ПРИ ДЕФОРМАЦІЇ

Студ. Чабан О. В. МгІТ-2-18

Наук. керівник к.т.н.Калашник В.Ю.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Розробити алгоритмічні і програмні компоненти системи визначення жорсткості ниток та тканин при деформації [3,4,5-6].

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є процес визначення коефіцієнта жорсткості пружної системи заправки на ткацькому верстаті, предметом дослідження є маятниковий прилад [1,2,4,5-6].

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. У дослідженні показаний метод визначення коефіцієнта жорсткості пружної системи заправки на ткацькому верстаті за допомогою маятникового приладу. Цей метод може бути використаний також в текстильному матеріалознавстві для визначення характеристик поодинокі нитки, групи ниток, полотна тканини або системи ниток з тканиною при деформації розтягування. Переваги такого методу - визначення жорсткості при динамічному навантаженні безпосередньо на технологічному устаткуванні.

Знайдено модуль жорсткості нитки при деформації розтягування і внутрішній не пружний опір в матеріалі нитки, що являється причиною загасання коливань нитки.

На підставі теорії коливань у практичних завданнях з достатньою точністю можна вважати, що малий в'язкий опір не впливає на період коливань (це підтверджується розрахунками коливань маятникового приладу з бавовняними нитками 25 текс; 29,4 текс і іншими, на яких період коливань змінюється мало).

Результати дослідження. Рівняння руху маятникового приладу

$$J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = M_p + M_{F_{1\pi}} + M_{F_{2\pi}}, \quad (1)$$

де t - час;

φ - кут відхилення маятника приладу;

J - момент інерції маси маятника відносно осі обертання приладу.

Моменти сил власної ваги маятника $P_{\text{и}}$ натяг ліворуч $F_{1\pi}$ та праворуч $F_{2\pi}$ відносно вісь обертання O

$$M_p = \pm aP \sin(\pm \beta + \varphi), M_{1\pi} = -lF_{1\pi} \sin(\alpha_1 + \varphi), \\ M_{F_{2\pi}} = -lF_{2\pi} \sin(\alpha_2 + \varphi). \quad (2)$$

Прийняті позначення: $a=OC$, $2l=BD$, $l_1=OA-l$, $l_2=OE-l$, β - кут між горизонталлю і лінією AE . Для M_p знак мінус або плюс відповідає положенню центру тяжіння S маятника нижче або вище за вісь обертання O . Повний натяг ниток F_{π} складається з двох складових

$$F_{1\pi} = F_0 + F_1; F_{2\pi} = F_0 + F_2, \quad (3)$$

де F_0 - попередній натяг ниток при $BD \parallel AE$;

F_1, F_2 - складові натягу, що виникають в нитці ліворуч і справа внаслідок деформації приладом відрізка AE ниток по лінії $ABODE$.

У даному завданні використовуємо модель Кельвіна-Фойгта [2], згідно якої матеріал нитки володіє одночасно пружністю п в'язкістю (внутрішнім тертям)

$$\sigma = \frac{F_{\pi}}{S_n} = E_1 \varepsilon_{\pi} + \eta \frac{d\varepsilon_{\pi}}{dt}, \quad (4)$$

де σ - напруга в поперечному перерізі нитки;

$$S_1 = \frac{T_1 10^{-3}}{\gamma} = \frac{1}{\gamma N} - \text{умовна площа поперечного перерізу стрижня нитки};$$

S_n - умовна площа поперечного перерізу n ниток в приладі;

T_1 - товщина нитки, *текс*;

N - метричний номер нитки;

γ - питома вага матеріалу нитки;

ε - відносне подовження нитки в %;

E_1 - модуль початкової жорсткості нитки при розтягненні [3];

η - коефіцієнт, що характеризує внутрішнє тертя матеріалу (модуль в'язкості).

Якщо кут початкового відхилення маятника не перевищує $20 - 25^\circ$, то коливання по ϕ можна вважати малими. В цьому випадку при $l_2 \geq l_1$ та $l_1 / l > 5 \div 7$ з точністю до 2% можна прийняти

$$\sin \phi \approx \phi, \cos \phi \approx 1, \alpha_1 \approx \frac{l}{l_1} \phi, \alpha_2 \approx \frac{l}{l_2} \phi, \sqrt{1 + \frac{l(l+l_1)}{l_1^2} \phi^2} \approx 1 + \frac{l(l+l_1)}{2l_1^2} \phi^2. \quad (5)$$

Деформація нитки маятниковим приладом згідно рис. 1

$$\varepsilon_1 = \frac{AB + BO - AO}{AO - BO} 100\%, \varepsilon_2 = \frac{DE + OD - OE}{OE - OD} 100\% \text{ та співвідношенням (5) при розкладанні в ряд і використанні двох членів ряду}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{50l(l+l_1)}{l_1^2} \phi^2 \%, \varepsilon_2 = \frac{50l(l+l_2)}{l_2^2} \phi^2 \%, \quad (6)$$

Як відомо [2, 3], при деформації $\varepsilon < 1\%$ для більшості текстильних ниток залежність напруга - деформація являється лінійною. Дано маятникову приладу початкове коливання такої величини, щоб деформація ниток не перевищувала 1%. Після перетворень рівняння (1) руху маятникового приладу з урахуванням (2- 6) і при $\beta = 0$ набере вигляду

$$\frac{d^2 \phi}{dt^2} + a_1 \phi^2 - \frac{d\phi}{dt} + a_2 \phi + a_3 \phi^3 = 0, \quad (7)$$

де

$$a_1 = \frac{100\eta S_n l^2}{J} \left[\frac{(l+l_1)^2}{l_{1,3}} + \frac{(l+l_2)^2}{l_{2,3}} \right] \quad a_3 = \frac{50E_1 S_n l^2}{J} \left[\frac{(l+l_1)^2}{l_{1,3}} + \frac{(l+l_2)^2}{l_{2,3}} \right]$$

Помітимо, що умовою стійкого руху маятникового приладу є умова $a_2 > 0$.

Висновки. Розроблений метод визначення коефіцієнта жорсткості пружної системи заправки на ткацькому верстаті за допомогою маятникового приладу.

Знайдено модуль жорсткості нитки при деформації розтягування і внутрішній не пружний опір в матеріалі нитки, що являється причиною загасання коливань нитки.

Ключові слова: коефіцієнт жорсткості пружної системи заправки, ткацький верстат, в'язкий опір, маятниковий прилад, пружний опір в матеріалі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербань В.Ю. Базове проектує 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.
2. Щербань В.Ю. Механіка нитки/В.Ю.Щербань. – К.:Видавництво «Укрбланковидав». – 2018. – 533 с.
3. 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.
4. Системи підтримки прийняття рішень-проективання 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. Красницький . - 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.