



УДК 685.31

АЛГОРИТМІЧНІ І ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТКАНИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ СТУПЕНЕВИХ ФУНКЦІЙ

Студ. Фудашкін А. Д. МгІТ-1-18

Наук. керівник доц. Мельник Г.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Розробити алгоритмічні і програмні компоненти системи проектування структури тканини з використанням ступеневих функцій [2-4, 3,6].

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технологічний процес формування тканини. Предметом дослідження є визначення структури тканини з використанням ступеневих функцій [1,3].

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. Вперше, на основі застосування ступеневих функцій, запропонована методика при рішенні задачі прогину нитки в тканині і на її основі зроблений розрахунок окремих показників, що характеризують будову тканини.

Результати дослідження. Взаємодія в тканині жорстких на вигин ниток можна описати системою рівнянь

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dz^2}(E_o I_o \frac{d^2 U}{dz^2}) - \frac{d}{dz}[Q_o(z) \frac{dU}{dz}] + kU &= q_o(q, P, M), \\ \frac{d^2}{dz_1^2}(E_y I_y \frac{d^2 V}{dz_1^2}) - \frac{d}{dz_1}[Q_y(z_1) \frac{dV}{dz_1}] + k_1 V &= q_y(q, P, M), \end{aligned} \quad (1)$$

де $q_o(q, P, M)$ і $q_y(q, P, M)$ - узагальнені зовнішні навантаження, прикладені до основної й уточній ниткам; E_o, E_y - модулі пружності основної і уточної ниток; I_o, I_y - моменти інерції перерізів ниток основи і утку; Q_o, Q_y - осьові сили, що розтягують основну і уткову нитку; k, k_1 - коефіцієнти при відповідних ординатах.

Точне рішення (1) навряд чи можливе, тому доцільно показати один з напрямів рішення подібної задачі. Необхідно отримати рівняння осьової лінії нитки. Скористаємося ступеневим рядом. Для того, щоб отримати шукану функцію, необхідно узяти число доданків ряду на одиницю більше числа граничних умов. У нашому випадку запишемо

$$U = a_0 + a_1 \varepsilon + a_2 \varepsilon^2 + a_3 \varepsilon^3 + a_4 \varepsilon^4, \quad (2)$$

де ε - безрозмірна координата, що відповідає інтервалу $0 \leq \varepsilon \leq 1$; a_i - коефіцієнти ряду.

Функцію (2) можна використати, коли вона задовольняє граничним умовам

$$U(0) = U(1) = 0, \quad (3)$$

$$U'(0) = U'(1) = 0. \quad (4)$$

Знайдемо коефіцієнти полінома (2). На підстав [1] приймаємо $a_4 = 1$. Враховуючи (3), маємо

$$\text{при } \varepsilon = 0 \quad a_0 = 0, \quad (5)$$

$$\text{при } \varepsilon = 1 \quad a_1 + a_2 + a_3 + 1 = 0, \quad (6)$$

Підставимо (5) й (6) в (2)

$$U = a_1 \varepsilon + a_2 \varepsilon^2 + a_3 \varepsilon^3 + \varepsilon^4. \quad (7)$$

Знайдемо похідну від виразу (7)

$$U' = a_1 + 2a_2 \varepsilon + 3a_3 \varepsilon^2 + 4\varepsilon^3. \quad (8)$$

На підстав (4)

$$\begin{aligned} \text{при } \varepsilon = 0 \quad a_1 &= 0, \\ \text{при } \varepsilon = 1 \quad 2a_2 + 3a_3 + 4 &= 0, \end{aligned} \quad (9)$$

Враховуючи (6), де $a_1 = 0$, а також (9),

$$\begin{aligned} a_2 + a_3 + 1 &= 0, \\ 2a_2 + 3a_3 + 4 &= 0. \end{aligned} \quad (10)$$

З (10) витікає

$$a_2 = 1, \quad a_3 = -2.$$

Підставимо значення коефіцієнтів в (7)

$$U = a_k (\varepsilon^4 - 2\varepsilon^3 + \varepsilon^2). \quad (11)$$

Знайдемо рівняння силової рівноваги основної нитки, скориставшись першим рівнянням системи (13). З (11) слідує

$$\begin{aligned} \tilde{U}'' &= 2a_k (6\varepsilon^2 - 6\varepsilon + 1), \\ \tilde{U}^{IV} &= 24a_k. \end{aligned}$$

Тоді

$$24A_o a_k - 2Q_y a_k (6\varepsilon^2 - 6\varepsilon + 1) - q_o (P_\varepsilon) = 0. \quad (12)$$

Аналогічне рівняння отримаємо і для утокової нитки. Вичисливши другу і четверту похідні від (10) і використовуючи друге рівняння системи (12), запишемо

$$24A_y a_n - 2Q_y a_n (6\rho^2 - 6\rho + 1) - q_y (P_\rho) = 0. \quad (13)$$

Рішення (12) та (13) здійснюємо, використовуючи принцип можливих переміщень. Для цього необхідно підібрати функцію можливих узагальнених переміщень точок осьової лінії нитки. Найбільш прийнятні будуть функції, подібні (11)

$$\begin{aligned} \delta \tilde{U} &= \varepsilon^4 - 2\varepsilon^3 + \varepsilon^2, \\ \delta \tilde{V} &= \rho^4 - 2\rho^3 + \rho^2. \end{aligned} \quad (14)$$

Висновки. Запропонована методика застосування ступеневих функцій при рішенні задачі прогину нитки в тканині і на її основі зроблений розрахунок окремих показників, що характеризують будову тканини.

Ключові слова: структура тканини, порядок фази будови тканини, висоти хвиль вигину ниток основи і утоку, щільність тканини по основи і утоку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербань В.Ю., Волков О.И., Щербань Ю.Ю. САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности. - К.:Бумсервис, 2004. - 519 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. 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.
5. Системи підтримки прийняття рішень-проекування та реалізація / П.І. Бідюк, Ю.Ю. Щербань, В.Ю. Щербань, Є.О. Демківський. - К.: КНУТД, 2004. - 112 с.
6. Щербань В.Ю. Математичні моделі в САПР /В.Ю. Щербань, В.Г. Резанова, С.М. Краснитський. - К.:КНУТД, 2014. - 110 с.