

УДК 677.053.296

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПЕРЕМІЩЕННЯ ОПУШКИ ПРИ ФОРМУВАННІ БАГАТОШАРОВИХ ТЕХНІЧНИХ ТКАНИН

О.Б. ОЗАДОВСЬКИЙ, В.Ю. ЩЕРБАНЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

У роботі на основі вивчення рівноваги прикладених сил отримано математичну модель переміщення опушки тканини при формуванні багатошарових технічних тканин. Аналіз рівняння переміщення опушки дозволив побудувати годографи переміщення для різних багатошарових технічних тканин

Обриви ниток обумовлені їх низькою якістю, недосконалістю окремих вузлів і механізмів, системи ниткоподачі. На обрив впливають конструктивні, технологічні, експлуатаційні причини і старіння. Експлуатаційні відмови безпосередньо залежать від ступеня зносу пряжі на верстаті, а сам знос визначається конструктивними і технологічними дефектами на нитках і їх старінням. Недосконалість системи ниткоподачі при формуванні багатошарових тканин призводить до порушення технологічного процесу їх формування.

Об'єкти та методи дослідження

Дослідження процесу формування багатошарових тканин повинно базуватися на визначенні рівняння переміщення опушки [1,2]. Це дозволить визначити значення кута прибою та сили прибою і вибрати оптимальні технологічні параметри при формуванні багатошарових тканин. Крім того, вибір оптимальних параметрів дасть можливість зменшити натяг основних ниток при зівоутворенні та прибої, що сприятиме зменшенню обривів ниток [2].

Постановка завдання

На основі аналізу рівнянь рівноваги сил отримані математичні залежності переміщення опушки багатошарової тканини. Для побудови годографа переміщення опушки багатошарової тканини отримана система трансцендентних рівнянь, для розв'язання якої необхідно розробити прикладне програмне забезпечення.

Результати та їх обговорення

До системи двох трансцендентних рівнянь приводиться задача для визначення переміщення опушки тканини при зівоутворенні. Для дослідження було обрано п'ятишарову та півторашарову технічну тканину. Перша вироблялася на ткацькому верстаті АТТ-120-5М, друга – на СТБ-2-175. Розрахункова схема наведена на рис.1.

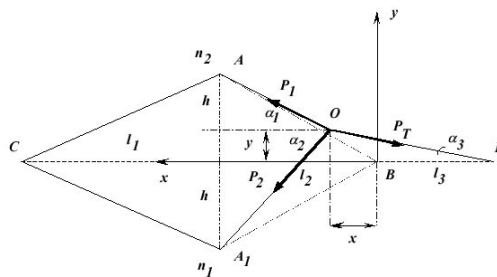


Рис.1. Розрахункова схема для визначення переміщення опушки тканини

Основна система рівнянь рівноваги опушки тканини має такий вигляд

$$\begin{aligned}
 l_{CA} &= l_{CA} = \sqrt{l_1^2 + h^2}, \quad l_{AO} = \sqrt{(l_2 - x)^2 + (h - y)^2}; \quad l_{AO} = \sqrt{(l_2 - x)^2 + (h + y)^2}, \quad l_{OD} = \sqrt{(l_3 + x)^2 + y^2}, \\
 \Delta l_{CAO} &= \sqrt{l_1^2 + h^2} + \sqrt{(l_2 - x)^2 + (h - y)^2} - (l_1 + l_2); \\
 \Delta l_{CAO} &= \sqrt{l_1^2 + h^2} + \sqrt{(l_2 - x)^2 + (h + y)^2} - (l_1 + l_2); \\
 \Delta l_{OD} &= \sqrt{(l_3 + x)^2 + y^2} - l_3; \\
 P_1 &= n_2 C_O \Delta l_{CAO}, \quad P_2 = n_1 C_O \Delta l_{CAO}, \quad P_T = C_T \Delta l_{OD}; \\
 \sin \alpha_1 &= \frac{h - y}{\sqrt{(l_2 - x)^2 + (h - y)^2}}, \quad \cos \alpha_1 = \frac{l_2 - x}{\sqrt{(l_2 - x)^2 + (h - y)^2}}; \\
 \sin \alpha_2 &= \frac{h + y}{\sqrt{(l_2 - x)^2 + (h + y)^2}}, \quad \cos \alpha_2 = \frac{l_2 - x}{\sqrt{(l_2 - x)^2 + (h + y)^2}}; \\
 \sin \alpha_3 &= \frac{y}{\sqrt{(l_3 + x)^2 + y^2}}, \quad \cos \alpha_3 = \frac{l_3 + x}{\sqrt{(l_3 + x)^2 + y^2}}; \\
 -P_1 \cos \alpha_1 - P_2 \cos \alpha_2 + P_T \cos \alpha_3 &= 0; \\
 P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 - P_T \sin \alpha_3 &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де l_1, l_2, l_3, h – винос, глибина зіву, довжина тканини, висота зіву; x, y – координати переміщення опушки при зівоутворюванні; P_1, P_2, P_T – натяг верхньої, нижньої гілок зіву, натяг тканини; C_O, C_T – коефіцієнти жорсткості основи, пробраної в одну ремізню рамку, і тканини; n_2, n_1 – кількість ремізних рамок у верхньому і нижньому положенні.

Останні два рівняння системи (1) є трансцендентними. Для їх розв’язання необхідно використовувати числові методи. При розрахунках для п’ятишарової тканини приймали $l_1=350$ мм; $l_2=300$ мм; $l_3=190$ мм; $h=60$ мм; $n_1 + n_2=8$; $C_O=0,05$ Н/мм; $C_T=150$ Н/мм. Кількість ниток основи в заправці дорівнювала 2992. Кількість основних ниток, пробраних в одну ремізню рамку, дорівнювала 374. Розрахунки проводилися для таких співвідношень n_2/n_1 : 7/1, 6/2, 5/3, 4/4. При розрахунках для півторашарової тканини приймали $l_1=400$ мм; $l_2=300$ мм; $l_3=310$ мм; $h=45$ мм; $n_1 + n_2=10$; $C_O=0,05$ Н/мм; $C_T=190$ Н/мм. Кількість ниток основи в заправці дорівнювала 3780. Кількість основних ниток пробраних в одну ремізню рамку дорівнювала 378. Розрахунки проводилися для таких співвідношень n_2/n_1 : 9/1, 8/2, 7/3, 6/4, 5/5. Для розв’язання системи трансцендентних рівнянь взято модифікований метод Ньютона. Для його реалізації було розроблено програмне забезпечення. Основні форми наведені на рис.2.

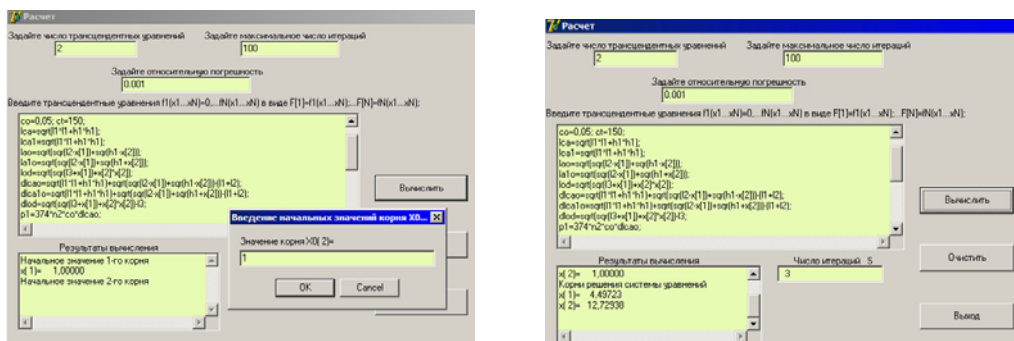


Рис.2. Форми програми для визначення коренів трансцендентних рівнянь

Це дозволило визначити дискретні значення координат x і y , які потім апроксимувалися. Для апроксимації було взято метод найменших квадратів з можливістю автоматичного обрання ступеня полінома. Основні форми програми наведені на рис.3.

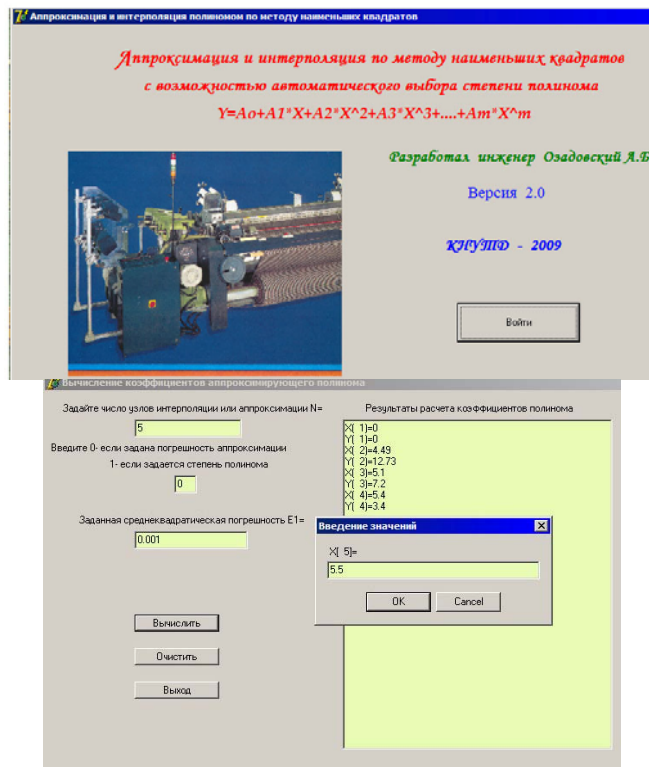


Рис.3. Форми програми для апроксимації коренів трансцендентних рівнянь

У результаті апроксимації для п'ятишарової тканини були отримані наступні залежності

$$\begin{aligned}
 x &= -0,14 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^4 + 1,5 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 - 5,3 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 + 8,5 \left(\frac{n_2}{n_1} \right), \\
 y &= -0,9 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^4 + 8,7 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 - 28,9 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 + 33,9 \left(\frac{n_2}{n_1} \right).
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Для півторашарової технічної тканини були отримані такі залежності

$$\begin{aligned}
 x &= -0,03 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^4 + 0,4 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 - 1,8 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 + 3,6 \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + 0,01, \\
 y &= -0,4 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^4 + 4,8 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 - 19,2 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 + 26,8 \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + 0,08.
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

На рис.4, а представлені графічні залежності 1,2 переміщення опушки тканини для двох взаємно перпендикулярних напрямків для п'ятишарової тканини, а також графік 3 – деформації тканини при зівоутворюванні; графічні залежності 4,5 переміщення опушки тканини для двох взаємно перпендикулярних напрямках для півторашарової тканини, а також графік 6 – деформації тканини при зівоутворюванні.

Результати, отримані з використанням залежностей (1)-(3), були застосовані при побудові годографа переміщення опушки тканини (див. рис.4б). Крива 1 відображає годограф переміщення для станка АТТ-120-5М, а крива 2 годограф для верстата СТБ-2-175.

Висновки

На основі проведеного аналізу отримано математичні залежності, які описують переміщення опушки багат шарової технічної тканини при зівоутворенні для двох типів багат шарових тканин. Це дозволяє визначати натяг ниток основи та кут прибою. Для вирішення вихідної системи трансцендентних рівнянь розроблено спеціальний алгоритм та програмне забезпечення.

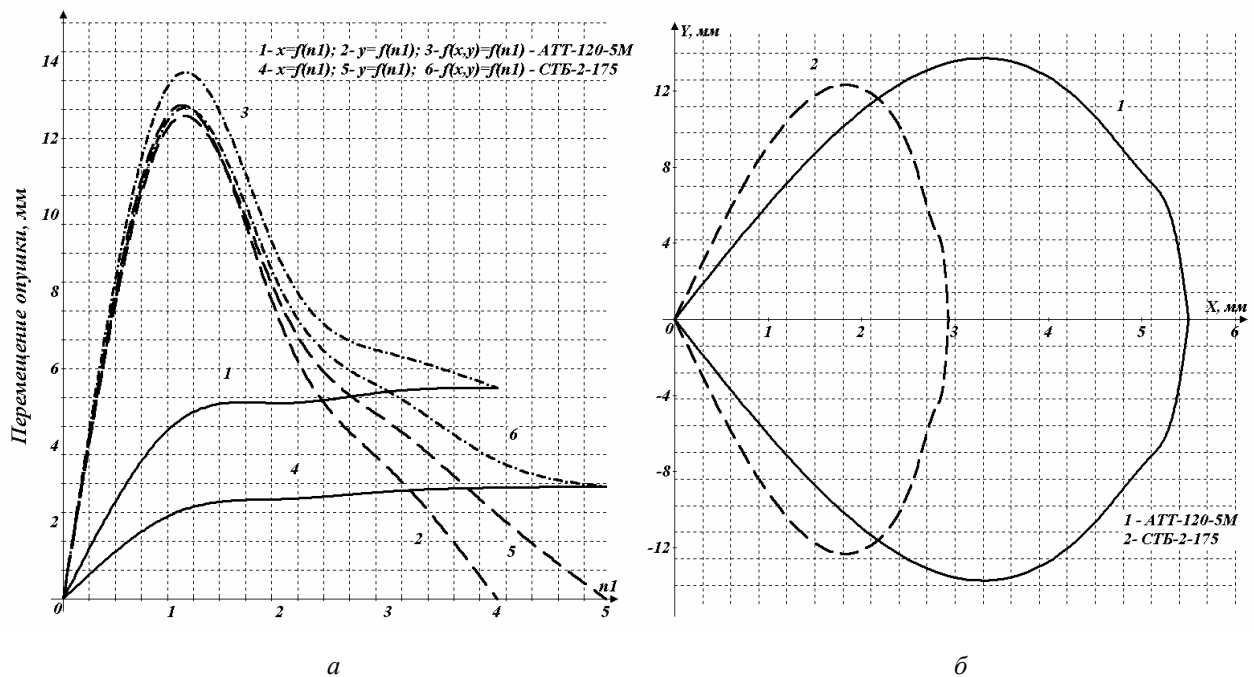


Рис.4. Переміщення опушки тканини при зівоутворенні

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербань В.Ю., Хомяк О.Н., Щербань Ю.Ю. Механика нити. –К.:КНУТД, 2002.- 196 с.
2. Щербань В.Ю., Слизков А.Н., Озадовский А.Б., Щербань Ю.Ю. Программные и математические компоненты проектирующих подсистем технологических процессов, оборудования, свойств материалов легкой и текстильной промышленности. – К.: Конус-Ю, –2009. – 327 с.

Надійшла 15.06.2009