

УДК 687.05

АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОСТІ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ТКАНИН ПОЛОТНЯНОГО ПЕРЕПЛЕТЕННЯ З МОНОНИТОК

С.О. КОШЕЛЬ, Г. В. КОШЕЛЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

Використано енергетичний метод послідовного наближення для визначення технологічного зусилля, що діє на робочий орган ткацького верстату під час формування тканини полотняного переплетення з жорстких на згин монониток. Розроблені рівняння, що дозволяють визначити величини робіт, які витрачаються на зміну геометричної форми осьової лінії утокової нитки за шириною заправки верстата та основних ниток у зоні формування тканини з урахуванням порядку фази будови тканини, діаметрів монониток основи і утоку, щільності тканини за основою і утком

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є напруженість процесу формування тканини полотняного переплетення з жорстких на згин капронових монониток. Під час дослідження використовувався енергетичний метод послідовного наближення для визначення технологічного зусилля прибивання утокової нитки на ткацькому верстаті під час формування тканини.

Постановка завдання

Завданням дослідження є аналітичне визначення технологічного зусилля формування тканини полотняного переплетення з капронових монониток за допомогою енергетичного методу.

Результати та їх обговорення

Технологічне зусилля, що виникає під час виконання операції прибивання утокової нитки характеризує напруженість процесу виготовлення тканини на верстаті в першу чергу залежить від властивостей цієї тканини [1].

Для аналітичного дослідження напруженості процесу формування тканини полотняного переплетення з жорстких на згин капронових монониток будемо використовувати енергетичний метод послідовного наближення в якому враховуються наступні параметри: жорсткість ниток основи та утоку на згин, сили тертя, що виникають між нитками в зоні формування тканини, порядок фази будови тканини, щільність тканини за основою і утком, діаметри ниток основи і утоку [2]. Величину сили прибивання утокової нитки в першому наближенні (без урахування сил тертя) визначаємо так:

$$P^{(1)} = \frac{2 \cdot A_{3Г}}{\lambda_{П}} = \frac{2 \cdot (A_{3Г.Y} + A_{3Г.O})}{\lambda_{П}} \quad (1)$$

де $\lambda_{П}$ – величина прибивної смужки.

Роботу, яка витрачається на зміну форми осьової лінії утокової мононитки, що прибивається за всією шириною заправки верстату можна визначити за рівнянням:

$$A_{3Г.Y} = M'_{3Г.Y} \cdot \sum_{i=1}^n \beta_{i(Y)} + M''_{3Г.Y} \cdot 2 \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{j(Y)} \quad (2)$$

де $M'_{3Г.Y}$ – згинаючий момент, що діє на утокову нитку на ділянці кута обхвату основної нитки утоковою; $\sum_{i=1}^n \beta_{i(Y)}$ – сумарний кут обхвату основних ниток уточиною, що прибивається (реальний кут обхвату з урахуванням кутів жорсткості); $M''_{3Г.Y}$ – згинаючий момент, що діє на утокову нитку на

ділянці між сусідніми основними нитками (від точки сходу з однієї основної нитки до точки перегину);

$\sum_{j=1}^{n-1} \beta_{j(y)}$ – сумарний кут згину утокової нитки від точки сходу з основної нитки до точки перегину (між

сусідніми основними нитками), або від точки перегину до точки входу на основну нитку; n – кількість основних ниток у заправці.

Роботу, яка витрачається на зміну форми осьових ліній монониток основи, що розташовані у заправці верстату в зоні формування тканини визначаємо з виразу:

$$A_{3Г.О} = \left(M'_{3Г.О} \cdot \beta_1(o) + 2 \cdot M''_{3Г.О} \cdot \beta_2(o) + M'_{3Г.О} \cdot \sum_{i=2}^{k+1} \Delta\beta_{i(o)} + M''_{3Г.О} \cdot 2 \sum_{j=3}^{k+1} \Delta\beta_{j(o)} \right) \cdot n \quad (3)$$

де $M'_{3Г.О}$ – згинаючий момент, що діє на основну нитку на ділянці кута обхвату утокової нитки

основною ниткою; $M''_{3Г.О}$ – згинаючий момент, що діє на основну нитку на ділянці між сусідніми утоковими нитками (від точки сходу з однієї утокової нитки до точки входу на сусідню) в зоні формування тканини; $\beta_1(o)$ – кут обхвату першої (що прибивається) уточини ниткою основи; $\beta_2(o)$ – кут згину основної нитки від точки сходу з першої уточини до точки перегину між першою та другою

уточинами; $\sum_{i=2}^{k+1} \Delta\beta_{i(o)}$ – сумарний додатковий кут обхвату утокових ниток основною ниткою в зоні

формування тканини (починаючи з другої уточини) внаслідок зміни відстані між уточинами в зоні

формування в момент прибою; $\sum_{i=3}^{k+1} \Delta\beta_{j(o)}$ – сумарний додатковий кут згину основної нитки від точки

сходу з другої уточини до точки перегину (або від точки перегину до точки входу на третю уточину і т.ін.) в зоні формування тканини внаслідок зміни відстані між уточинами в момент прибою; k – число рухомих (по відношенню до основних ниток) уточин в зоні формування тканини.

З урахуванням рівнянь (2) і (3) величину сили прибивання, поява якої викликана зміною форми осьових ліній жорстких на згин монониток утоку і основи у зоні формування тканини визначаємо за допомогою рівняння (1):

$$P^{(1)} = \frac{2}{\lambda_{II}} \left[M'_{3Г.У} \cdot \sum_{i=1}^n \beta_{i(y)} + M''_{3Г.У} \cdot 2 \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{j(y)} + \left(M'_{3Г.О} \cdot \beta_1(o) + \right. \right. \\ \left. \left. + 2 \cdot M''_{3Г.О} \cdot \beta_2(o) + M'_{3Г.О} \cdot \sum_{i=2}^{k+1} \Delta\beta_{i(o)} + M''_{3Г.О} \cdot 2 \sum_{j=3}^{k+1} \Delta\beta_{j(o)} \right) \cdot n \right] \quad (4)$$

Зауважимо, що це рівняння можна використовувати для визначення сили прибивання утокової нитки у першому наближенні (без урахування сил тертя) для тканин будь якої фази будови.

Для тканин першого порядку фази будови характерним є прямолінійне розташування основних ниток, тому рівняння (4) набуває наступного вигляду:

$$P_I^{(1)} = \frac{2}{\lambda_{II}} \left(M'_{3Г.У} \cdot \sum_{i=1}^n \beta_{i(y)} + M''_{3Г.У} \cdot 2 \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{j(y)} \right) \quad (5)$$

У випадку дев'ятого порядку фази будови тканини (прямолінійне розташування утокової нитки) рівняння буде таким:

$$P_{IX}^{(1)} = \frac{2}{\lambda_{II}} \left(M'_{3Г.О} \cdot \beta_{1(О)} + 2 \cdot M''_{3Г.О} \cdot \beta_{2(О)} + M'_{3Г.О} \cdot \sum_{i=2}^{k+1} \Delta\beta_{i(О)} + M''_{3Г.О} \cdot 2 \sum_{j=3}^{k+1} \Delta\beta_{j(О)} \right) \cdot n \quad (6)$$

Для того, щоб розрахувати натяг основних ниток біля опушки тканини використовуємо рівняння рівноваги опушки тканини полотняного переплетення в момент прибивання утокової нитки:

$$H_{01}^{(1)} = \frac{P^{(1)} + T}{\cos \alpha_0}, \quad (7)$$

де $H_{01}^{(1)}$ – натяг основних ниток при прибиванні у опушки тканини у першому наближенні (без урахування сил тертя між нитками у зоні формування тканини); T – натяг тканини (визначається експериментально [1, 3]); α_0 – половина кута зеву в момент прибивання.

З урахуванням рівняння (4) маємо:

$$H_{01}^{(1)} = \frac{2}{\lambda_{II}} \left[M'_{3Г.У} \cdot \sum_{i=1}^n \beta_{i(У)} + M''_{3Г.У} \cdot 2 \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{j(У)} + (M'_{3Г.О} \cdot \beta_{1(О)} + 2 \cdot M''_{3Г.О} \cdot \beta_{2(О)} + M'_{3Г.О} \cdot \sum_{i=2}^{k+1} \Delta\beta_{i(О)} + M''_{3Г.О} \cdot 2 \sum_{j=3}^{k+1} \Delta\beta_{j(О)}) \cdot n \right] \cdot \frac{1}{\cos \alpha} + \frac{T}{\cos \alpha} \quad (8)$$

Визначаємо величини моментів опору згину утокової та основних монониток наведених у рівняннях (4 - 6) та (8):

$$M_{3Г.У} = \frac{(EI)_{У}}{\rho_{У}}. \quad (9)$$

$$M_{3Г.О} = \frac{(EI)_{О}}{\rho_{О}}, \quad (10)$$

де $(EI)_{У}$, $(EI)_{О}$ - жорсткість на згин, відповідно, утокової та основної монониток; $\rho_{У}$, $\rho_{О}$ - радіуси кривизни, відповідно, утокової мононитки на ділянці між сусідніми мононитками основи та основної мононитки, що розташована між сусідніми утоковими мононитками.

Для тканини полотняного переплетення п'ятої фази будови були отримані рівняння, що дозволили зробити розрахунок величин радіусів кривизни утокової і основної ниток у зоні формування тканини за умови урахування геометричної форми осьової лінії цих жорстких на згин монониток:

$$\rho_{У} = \frac{\sqrt{r_{У}^2 + \left(\frac{50}{\Pi_{О}}\right)^2}}{2 \cdot \cos\left(\arctg\left(\frac{50}{\Pi_{О} \cdot r_{У}}\right)\right)} \quad (11)$$

$$\rho_O = \frac{\sqrt{r_O^2 + \left(\frac{50}{\Pi_Y}\right)^2}}{2 \cdot \cos\left(\arctg\left(\frac{50}{\Pi_Y \cdot r_O}\right)\right)} \quad (12)$$

де r_Y , r_O - радіуси монониток утку і основи; Π_O , Π_Y - щільність тканини, відповідно, за основою і утком (кількість монониток на 10 см).

Розрахунок натягу основних ниток біля опушки тканини виконували на підставі рівняння рівноваги опушки тканини (7) полотняного переплетення в момент прибивання утокової мононитки та рівнянь (4, 9 - 12).

В подальшому визначалися зміни натягів основної мононитки, які викликані силами тертя під час її взаємодії з першою, другою і т.ін. нитками основи у зоні формування тканини, для цього використовували рівняння взаємозалежності натягу ведучої та веденої гілок нитки, що огинає циліндр малого радіусу [4].

Величину роботи сил тертя під час виконання операції прибою знаходимо з рівняння:

$$A_{TP} = \sum_{i=1}^k \Delta H_i \cdot \frac{m}{i} \cdot \lambda_{II} \cdot n, \quad (13)$$

де ΔH_i – зміна натягу нитки основи, що взаємодіє з i -тою утоковою ниткою в зоні формування тканини; m – експериментальний коефіцієнт, що урахує величину зміщення утокової нитки у зоні формування тканини під час прибивання; k – кількість рухомих ниток утку в зоні формування тканини.

Розраховуємо величину сили прибою утокової нитки у другому наближенні (з урахуванням сил тертя) для тканин полотняного переплетення різної щільності та порівнюємо отримані результати з експериментальними.

Висновки

Аналітичне дослідження напруженості процесу формування тканини полотняного переплетення з капронових монониток різної щільності та порівняння їх з результатами експерименту дозволяють пропонувати використання такого методу дослідження для аналогічних теоретичних розрахунків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васильченко В. Н. Прибой уточной нити / Васильченко В. Н. – М.: Наука, – 1993.
2. Кошель С. О. Визначення технологічних зусиль обладнання легкої промисловості / Кошель С. О., Кошель Г. В. - // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2010. – № 2. – С. 38– 42.
3. Васильченко В. Н. Исследование процесса прибоа утка / Васильченко В. Н. – М.: Наука, – 1959.
4. Ефремов Е. Д. Влияние толщины нити и геометрических параметров рабочих органов машин на натяжение нити / Ефремов Е. Д. // Технология легкой промышленности. – 1958. – № 6.

Надійшла 21.02.2011