

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих конструкций. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.
2. Груздева Л.В. Влияние конструктивных факторов на температурно-влажностный режим узловых сопряжений деревянных домов // Деревообрабатывающая промышленность. – 1983. – № 8.
3. Табунщиков Ю.А., Хромец Д.Ю., Матросов Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1986. – 380 с.
4. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – М.: Издательство МЭИ, –2005. – 550 с.
5. Щекин Р.В., Кореневский С.М., Бем Г.Е. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. – К.: Будівельник, –1986. – 216 с.

Надійшла 22.04.2010

УДК 677.05

**ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗУСИЛЬ ОБЛАДНАННЯ  
ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

С.О. КОШЕЛЬ, Г. В. КОШЕЛЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

*Розроблено аналітичний енергетичний метод послідовного наближення для визначення технологічного зусилля, що діє на робочий орган ткацького верстата під час формування тканини з жорстких на згин монониток, у якому враховуються такі параметри: жорсткість ниток на згин, сили тертя між нитками в зоні формування тканини, порядок фази будови тканини, щільність тканини по основі та утоку, діаметри ниток основи та утоку. Пропонується використовувати розроблений метод для теоретичного визначення величини зусиль, що діють на робочі органи іншого технологічного обладнання легкої промисловості під час формування виробів з жорстких на згин ниток.*

**Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом дослідження є напруженість процесу формування тканини з жорстких на згин ниток. При аналітичному вирішенні завдання враховуються основні параметри будови тканини та фізико-механічні властивості ниток, з яких вона виготовлена. При дослідженні використовувався метод моделювання зони формування тканини з жорстких на згин ниток з урахуванням сил тертя та фази будови тканини.

**Постановка завдання**

Метою роботи є розробка послідовності теоретичного визначення зусилля, що діє на робочий орган ткацького верстату під час формування тканини з ниток, жорсткість на згин яких впливає на величину цієї сили. Аналітичний розрахунок повинен враховувати жорсткість та діаметр ниток основи та утоку, сили тертя, що діють між нитками у зоні формування тканини, щільність тканини по основі та утоку.

**Результати та їх обговорення**

Визначення зусиль, які діють на робочі органи технологічного обладнання залежно від різних

факторів має певний інтерес і практичне значення для дослідження та удосконалення технології виробництва текстильних та трикотажних матеріалів. Дослідження робочих зусиль обладнання легкої промисловості дають уяву про дійсні умови роботи ниток під час виконання технологічних операцій, що дають можливість об'єктивно розробити технологічні вимоги до таких ниток та допомагають підібрати раціональні параметри налаштування обладнання для виготовлення тканин.

Дослідження технологічних зусиль у виробництві тканин має науковий і практичний інтерес як з точки зору проектування тканин з новими техніко-експлуатаційними характеристиками для їх виготовлення на існуючому обладнанні, так і для проектування нового обладнання, механізми якого будуть спроможні забезпечити необхідні технологічні вимоги виробництва таких тканин.

Під час виробництва тканини на ткацькому верстаті однією з головних технологічних операцій, що забезпечує формування тканини необхідної будови, є прибивання утокової нитки. Величина сили, яка виникає при виконанні цієї технологічної операції, дає можливість зробити висновки про напруженість процесу виготовлення тканини на верстаті в цілому і в першу чергу залежить від властивості цієї тканини [1].

При вивченні процесу тканиноформування та теоретичному визначенні величини сили прибивання у момент прибивання використовують рівняння основної нитки у зоні формування тканини. Такий метод дослідження можна використовувати для ниток, жорсткість на згин яких незначна по відношенню до їх згинання та тертя під час взаємодії з напрямною.

При дослідженні процесу прибивання утокової нитки під час формування тканини з жорстких на згин синтетичних монониток, а також комплексних ниток (наприклад, металевих та скляних). Такий метод використовувати не можна, тому що існують розбіжності у теоретичних та експериментальних дослідженнях впливу жорсткості нитки на умови її взаємодії з напрямною, радіус кривизни якої близький до радіусу нитки [2–5].

Тому для теоретичного дослідження процесу формування тканин з жорстких на згин ниток пропонуємо використовувати енергетичний метод.

Робота, що виконується при операції прибивання утокової нитки, витрачається на взаємний згин ниток основи та утока, а також подолання сил тертя, що запобігають переміщенню утокових ниток під дією зубців берда у зоні формування тканини.

У загальному вигляді рівняння робіт у момент операції прибивання утокової нитки має вигляд:

$$A_{\text{ПР}} = A_{\text{ЗГ}} + A_{\text{ТР}} + A_{\text{ЗМ}}, \text{ або } A_{\text{ПР}} = A_{\text{ЗГ.У}} + A_{\text{ЗГ.О}} + A_{\text{ТР}} + A_{\text{ЗМ}}, \quad (1)$$

де  $A_{\text{ПР}}$  – робота, що витрачена на прибивання утокової нитки;  $A_{\text{ЗГ}}$  – частина роботи сили прибивання, що витрачена на взаємний згин ниток в зоні формування тканини;  $A_{\text{ЗГ.У}}$  – робота, що витрачається на подолання опору згину утокової нитки, яка прибивається;  $A_{\text{ЗГ.О}}$  – робота, що витрачається на подолання опору згину основних ниток в зоні формування тканини;  $A_{\text{ТР}}$  – частина роботи сили прибивання, що витрачена на подолання сил тертя між нитками утока та основи в зоні формування тканини;  $A_{\text{ЗМ}}$  – частина роботи сили прибивання, що витрачена на подолання додаткового тангенціального опору ковзання основних ниток по ниткам утока в наслідок їх зминання (з урахуванням загальноприйнятих припущень, щодо монониток, їх можна вважати незминаємими [1]  $A_{\text{ЗМ}}=0$ ).

Для проведення подальшого теоретичного дослідження пропонуємо використати спосіб послідовного наближення. Робота сил прибивання без урахування сил тертя у першому наближенні визначається за таким рівнянням:

$$A_{PP}^{(1)} = A_{3Г} = A_{3Г.Y} + A_{3Г.O}. \quad (2)$$

З другого боку, робота, що виконується на прибивання утокової нитки, може бути розрахована за рівнянням:

$$A_{PP} = \int_0^{\lambda_{П}} P(\lambda) \cdot d\lambda = \frac{1}{2} P \cdot \lambda_{П}, \quad (3)$$

де  $P(\lambda)$  – сила опору опушки тканини під час операції прибивання;  $P$  – величина сили прибивання для крайнього переднього положення берда;  $\lambda_{П}$  – величина прибивної смужки.

Рівняння 3 записано з урахуванням того, що величина опору опушки тканини є прямо пропорційною по відношенню до величини прибивної смужки [6]. З рівнянь 2 і 3 розрахуємо величину сили прибивання у першому наближенні (без урахування сил тертя):

$$P^{(1)} = P = \frac{2 \cdot A_{3Г}}{\lambda_{П}} = \frac{2 \cdot (A_{3Г.Y} + A_{3Г.O})}{\lambda_{П}}. \quad (4)$$

За модулем сила прибивання є сталою величиною, яка визначається параметрами будови тканини, що формується на ткацькому верстаті [7]. Тому величина прибивної смужки є також конкретною величиною, яку можна визначити для певного артикулу тканини експериментально (методом електротензометрії, оптичним способом, методом прискореної фотозйомки, тощо).

На підставі рівняння рівноваги опушки тканини в момент прибивання розраховуємо у першому наближенні натяг основних ниток у опушки тканини (без урахування сил тертя між нитками у зоні формування тканини) в момент прибивання:

$$H_{01}^{(1)} = \frac{P^{(1)} + T}{\cos \alpha_0}, \quad (5)$$

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, 6]);  $\alpha_0$  – половина кута зева в момент прибивання.

Визначимо натяг основних ниток, що розташовані між нитками утока, по глибині зони формування тканини. Використовуємо рівняння взаємозалежності натягу ведучої та веденої гілок нитки, що огинає циліндр малого радіусу [8]. Розв'яжемо рівняння по відношенню до натягу веденої гілки нитки. Тоді натяг основної гілки (у першому наближенні), що розташована між першою та другою утоковими нитками, визначаємо з рівняння:

$$H_{21\text{нитка}}^{(1)} = \frac{H_{01\text{нитка}}^{(1)}}{e^{\mu \cdot \frac{r_y}{r_y + r_o} \cdot \beta_1(O)}} \quad \text{де} \quad H_{01\text{нитка}}^{(1)} = \frac{H_{01}^{(1)}}{n}, \quad (6)$$

а натяг основної нитки, що розташована між другою та третьою нитками утока розраховуємо так:

$$H_{32\text{нитка}}^{(1)} = \frac{H_{12\text{нитка}}^{(1)}}{e^{\mu \cdot \frac{r_y}{r_y + r_o} \cdot \beta_2(O)}}, \quad (7)$$

де  $H_{01\text{нитка}}^{(1)}$ ,  $H_{21\text{нитка}}^{(1)} = H_{12\text{нитка}}^{(1)}$ ,  $H_{32\text{нитка}}^{(1)}$  – натяг основної нитки біля опушки тканини (у розрахунку на одну нитку заправки верстата), відповідно між першою та другою нитками утока, між другою і третьою у першому наближенні;  $r_y$ ,  $r_o$  – радіуси утокової і основної ниток;  $\beta_{1(o)}$ ,  $\beta_{2(o)}$  – кут обхвату, відповідно, першої та другої утокової нитки ниткою основи;  $\mu$  – коефіцієнт тертя між нитками основи і утока;  $n$  – кількість ниток основи у заправці верстата.

Аналогічно можна визначити натяг основної нитки, яка розташована між будь-якими нитками утока у зоні формування тканини. Визначимо зміну натягу основної нитки, за рахунок сил тертя під час огинання нею першої ( $\Delta H_1$ ), другої ( $\Delta H_2$ ) утокової нитки в зоні формування тканини:

$$\left. \begin{aligned} \Delta H_1 &= H_{01\text{нитка}}^{(1)} - H_{21\text{нитка}}^{(1)} \\ \Delta H_2 &= H_{12\text{нитка}}^{(1)} - H_{32\text{нитка}}^{(1)} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Знаходимо роботу, що виконується силами прибивання на подолання сил тертя у зоні формування тканини:

$$A_{TP} = \sum_{i=1}^k \Delta H_i \cdot \frac{m}{i} \cdot \lambda_{II} \cdot n, \quad (9)$$

де  $\Delta H_i$  – зміна натягу нитки основи, що взаємодіє з  $i$ -тою утоковою ниткою в зоні формування тканини;  $m$  – коефіцієнт, що ураховує величину зміщення утокової нитки під час прибивання;  $k$  – кількість рухомих ниток утока в зоні формування тканини.

Тоді враховуючи рівняння 3, 4 і 9 з рівняння 1 визначаємо величину сили прибивання (друге наближення) з урахуванням сил тертя  $P^{(2)}$ :

$$P^{(2)} = P^{(1)} + 2 \cdot \sum_{i=1}^k \Delta H_i \cdot \frac{m}{i} \cdot n \quad (10)$$

Отриманий результат величини  $P^{(2)}$  порівнюємо з величиною  $P^{(1)}$ . Якщо розбіжність між ними становить більше 5% розрахунок повторюємо починаючи з рівняння 5, в яке замість величини сили  $P^{(1)}$  підставляємо отриману величину  $P^{(2)}$ . Після розрахунків матимемо величину сили прибивання  $P^{(3)}$  (третє наближення). Зрозуміло, що уточненню підлягають величини сил тертя, тому результати розрахунків вже у третьому наближенні збігаються з необхідною величиною точності.

### Висновки

Запропонований аналітичний метод послідовного наближення для визначення технологічної сили під час формування тканини з жорстких на згин ниток та урахуванням сил тертя у зоні формування тканини дає можливість прогнозувати напруженість процесу формування тканини на стадії їх проектування та об'єктивно розробити технологічні вимоги до ниток, що перероблюються. Метод дає можливість отримати розрахунки технологічних зусиль формування тканин нового асортименту, які необхідно враховувати при проектуванні механізмів нового технологічного обладнання.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Васильченко В. Н. Прибой точной нити. – М.: Наука, – 1993.
2. Мигушов И. И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Наука, – 1980.

3. Сурков К. С. Влияние жесткости нити на ее натяжение при взаимодействии с петлеобразующими органами трикотажных машин. – Л.: Изд. Ленинградского университета, – 1974.
4. Каган В. М., Поляковский Л. Ю. Расчет натяжения нити, движущейся по поверхности с большой кривизной. – М.: Сб. научн. труд. ВНИИЛТекмаш, –1969.
5. Полухин В. П. Проектирование механизмов швейно-обметочных машин. – М: Машиностроение, – 1972. – 280с.
7. Васильченко В. Н. Исследование процесса приборя утка . – М.: Наука, – 1959.
8. Гордеев В. А. , Волков П. В. Ткачество. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, – 1984.
9. Ефремов Е. Д. Влияние толщины нити и геометрических параметров рабочих органов машин на натяжение нити. – М.: Технология легкой промышленности. – 1958. – № 6.

Надійшла 09.04.2010

УДК 677.053.296

## ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ ОСНОВНИХ НИТОК ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ГЛАЗКАМИ ГАЛЕВ РЕМІЗНИХ РАМОК

О.Б. ОЗАДОВСЬКИЙ, В.Ю. ЩЕРБАНЬ

Київський національний університет технологій і дизайну

*У роботі на основі вивчення рівноваги нитки на напрямній поверхні великого радіусу кривини визначається натяг ведучої гілки з урахування змиальності та жорсткості на згин. При визначенні натягу ведучої гілки нитки використовується зведений коефіцієнт тертя*

При утворенні зіву та приборю відбувається відносно ковзання основних ниток щодо глазків галев (див.рис.1) ремізних рамок [1]. Це призводить до зміни натягу основних ниток на ділянці «опушка-реміз», що необхідно враховувати при оцінюванні напруженості процесу формування багатошарових технічних тканин і при проектуванні системи ниткоподачі на ткацьких верстатах [2].

### **Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом дослідження є система ниткоподачі на ткацьких верстатах, на яких виготовляють багатошарові технічні тканини. При виконанні даного дослідження використовувалися основні положення диференційної геометрії, теоретичної механіки, чисельні методи та програмне забезпечення для розв'язання на ЕОМ систем трансцендентних рівнянь та апроксимації отриманих даних.

### **Постановка завдання**

Для удосконалення процесу формування багатошарових технічних тканин на ткацьких верстатах необхідно визначити залежності зміни натягу основних ниток за один цикл тканиноутворення. Для цього необхідно отримати рівняння, які дають можливість визначити значення натягу основних ниток на ділянці «опушка-реміз» з урахуванням змінання нитки в ділянці контакту та її згинальної жорсткості [1,2].