

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ВИГОТОВЛЕННЯ ТКАНИНИ Й ПАРАМЕТРАМИ ЇЇ БУДОВИ

Н.М.ЗАЩЕПКИНА, В.В.КОСТРИЦЬКИЙ

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті розглянуто проблеми взаємозв'язку між технологічними параметрами виготовлення тканини й параметрами її будови

Для відповіді на питання щодо вироблення тканини з заданими властивостями (переплетення, споживчі властивості, умови вироблення, режим роботи устаткування) необхідно мати функціональну залежність між параметрами будови тканини й технологічними параметрами її виробітку на ткацькому верстаті. У роботі для цієї мети використана нелінійна теорія вигину пружних стрижнів.

Об'єкти та методи дослідження

Метою даної роботи є визначення взаємозв'язку між технологічними параметрами виготовлення тканини, що дозволить прогнозувати виготовлення тканини з заданими властивостями. В процесі вигину ниток сильно змінюється їх конфігурація, причому переміщення ниток основи й утоку при формуванні тканини стають сумісні з довжиною перекриття ниток у тканині та її геометричною щільністю. При цьому спостерігається нелінійна залежність більших переміщень від зовнішніх сил, хоча деформації залишаються малими.

Об'єктом дослідження є тканина.

Постановка завдання

Для прогнозування властивостей тканин було поставлено завдання щодо проблеми взаємозв'язку між технологічними параметрами виготовлення тканини й параметрами її будови.

Результати та їх обговорення

При закінченні прибою утоку й віддаленні берда спостерігається зменшення тиску на опушку тканини та перерозподілу ниток основи та уточин в зоні формування. Кожна нитка намагається при релаксації зайняти місце з мінімально можливим рівнем напруг та прагне к мінімізації рівня потенційної енергії U напружено-деформованого стану [1]. Але процес перерозподілу ниток в тканині продовжується на протязі всього процесу виготовлення тканини. Цей процес залежить від властивостей ниток основи та утоку та від заправних параметрів при ткацтві, конструктивно-заправної лінії (КЗЛ).

Для винайдення показників природної структури тканини проведемо аналіз параметрів напружено-деформованого стану в структурі ниток. Визначимо висоту хвиль нитки згідно лінійній теорії вигину.

Для аналізу візьмемо полотняне переплетення, і в подальшому будемо розглядати одну з ниток, тому що нитки основи мають однаковий характер переплетення з нитками утоку. Визначаємо висоту хвилі вигину нитки згідно лінійної теорії вигину [2].

На рис. 1 представлена геометрична модель будови тканини вздовж нитки з прикладеними до нитки силами та моментами.

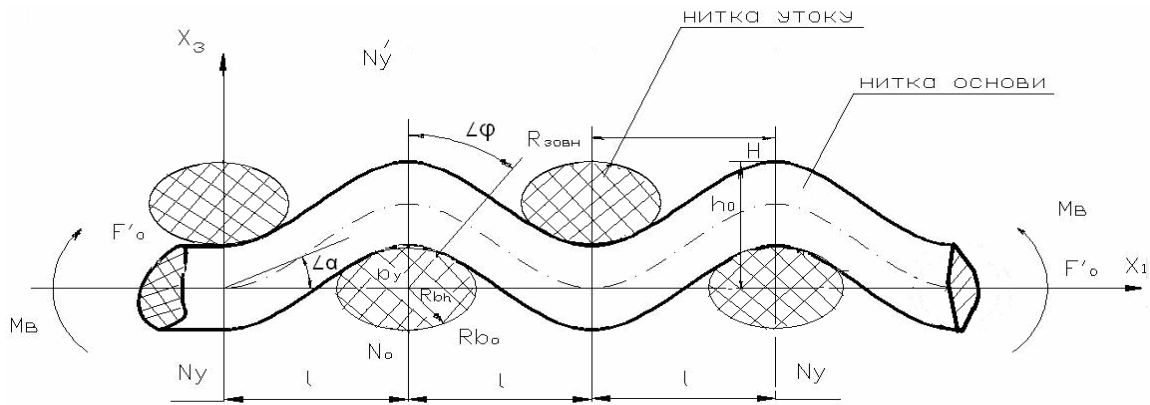


Рис. 1. Модель будови тканини полотняного переплетення

Диференціальне рівняння, що описує запропоновану модель вигину нитки:

$$E_0 J_0 x_3'' = F'_0 x_3 - N_y x_1 + M_e, \quad (1)$$

де E_0 – модуль пружності нитки основи, МПа; J_0 – момент інерції перерізу нитки основи, Н; F'_0 – натяг ниток основи при заправленні, Н; β – кут нахилу вісєвої лінії основи до нормалі відносно руху тканини, град; F_y – щільність тканини по утоку в зоні формування, нитка/дм. Рішення рівняння (1) має вигляд:

$$F'_0 = \frac{F_0}{\cos \beta}, \beta = \arctg\left(\frac{d_0 + d_y}{2J_y}\right), J_y = \frac{100}{P_y}; x_3 = \frac{1}{F'_{01}}(N x_1 - M_e) + C_1 e^{Ax_1} + C_2 e^{-Ax_1}, A = \sqrt{\frac{F'_0}{E_0 J_0}}, \quad (2)$$

Після відповідних перетворень кінцеве рівняння отримали рівняння для визначення висоти вигину хвилі ниток утоку для полотняного переплетення:

$$h_{y(нен)} = 2(d_0 + d_y) \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{2F'_0 h_0}{l'F_y} \left(l_0 - \frac{d_0 + d_y}{2} + \frac{1 - ch\left(B(2l_0 - d_0 - d_y)\right)}{Bsh\left(B(2l_0 - d_0 - d_y)\right)} \right)} \right). \quad (3)$$

В роботі отримані рівняння для основних типів переплетень. Знаходимо висоту хвилі вигину нитки в тканині. Для визначення внутрішніх силових факторів, що діють в перерізі тканини в роботі прийняті такі припущення: деформація ниток в тканині відбувається згідно до закону Гука; нитки в тканині ізотропні; нитки в тканині розташовані рівномірно; переріз ниток є овал; нитки основи та утоку мають однакову лінійну густину.

Для побудови моделі деформування уточної нитки в процесі переміщення ремізок розглянемо вихідну модель для основних ткацьких переплетень. Найбільше нитка буде деформуватися при полотняному переплетенні див. рис. 2. Зусилля P_y змінює свій напрям відносно напрямку, руху тканини з правого на лівий, тим підтримуючи уточину в стані натягу. Довжина уточини до контакту з основними нитками визначається:

$$l_{ym} = l_{ym}^0 + \frac{P_y \cdot l_{ym}^0}{E_0 \cdot F_{ym}} = l_0 \left(1 + \frac{P_y}{E_0 \cdot F_{ym}} \right), \quad (4)$$

де l_y – довжина уточини, яка дорівнює ширині тканини під дією зусилля натягу уточини P_y ; l_{ym}^0 – довжина уточинної нитки в ненавантаженому стані; m – число ниток нижньої ремізки; n – число ниток верхньої ремізки; l_{ym} – довжина уточини, яка дорівнює заправній ширині по берду або заправній довжині ткацького верстату мінус $1,5 \div 2$ см.

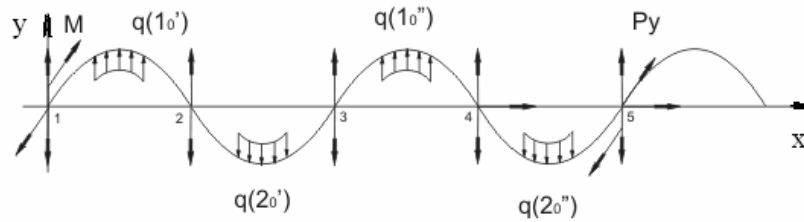


Рис.2. Схема для розрахунку

Модель уточинної нитки повинна описувати усі складові деформації, а саме: пружну, еластичну, пластичну. Найбільш близькою для опису реальної поведінки матеріалу, яка має усі складові деформації є модель, яка має вигляд:

$$\frac{d^2 \sigma}{dt^2} + \left(\frac{E_0}{\eta_0} - \frac{1 + E_1}{\eta_1} \right) \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{E_0 \cdot E_1}{\eta_0 \cdot \eta_1} \cdot \sigma = E_0 \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} + \frac{E_0 \cdot E_1}{\eta_1} \cdot \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (5)$$

де σ – діюча напруга, МПа; ε – відносна деформація; E_0 – умовно-миттєвий модуль пружності; E_1 – модуль пружності впродовж часу; η_0 – коефіцієнт в'язкості пластичної деформації; η_1 – коефіцієнт в'язкості високопластичної деформації [3].

Розглянемо як відбувається деформування уточинної нитки при прибої та переміщенні ремізок. Найбільше деформування ниток буде спостерігатися при полотняному переплетенні. Геометрична модель деформування уточини представлена на рис. 3.

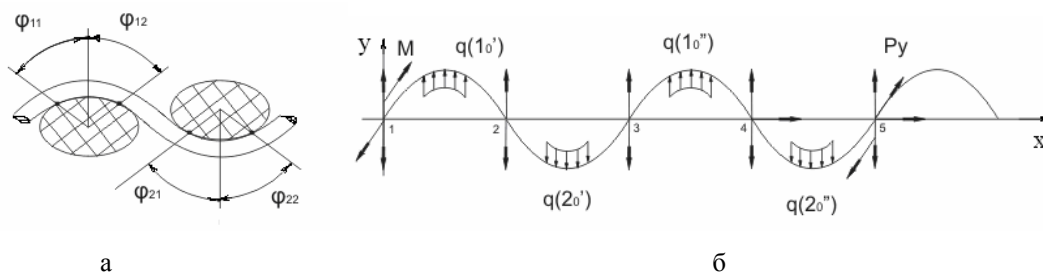


Рис. 3. Схеми: а – фрагмент моделі деформування уточини, б – навантаження нитки

Для полотняного переплетення приймаємо, що після закриття уточини основними нитками та прибою наступної уточини, уточина має вигин в результаті взаємодії з основними нитками для полотняного переплетення. При цьому: $\varphi_{11} = \varphi_{12}$; $\varphi_{21} = \varphi_{23}$; $\varphi_{32} = \varphi_{33}$, тощо.

Складемо схему навантаження, приводячи її до нейтральної лінії уточини див. рис. 4. Після винайдення сил та моментів, які діють на нитку будемо епюри внутрішніх сил (рис. 5).

$$1. N(x) = 0,208 \cdot N_{ym}^o - 1,4 \cdot q \cdot b; \quad 2. N(x) = 0,351 \cdot N_{ym}^o - 0,78 \cdot q \cdot b;$$

3. $N(x) = 0,407 \cdot N_{ym}^o - 0,625 \cdot q \cdot b$ 4. $N(x) = 0,592 \cdot N_{ym}^o - q \cdot b \cdot 0,473$; 5. $N(x) = N_{ym}^o$.
 1. $Q(x) = -1,4 \cdot q \cdot b$; 2. $Q(x) = -0,78 \cdot q \cdot b$; 3. $Q(x) = -0,625 \cdot q \cdot b$; 4. $Q(x) = -0,473 \cdot q \cdot b$; 5. $Q(x) = 0$.

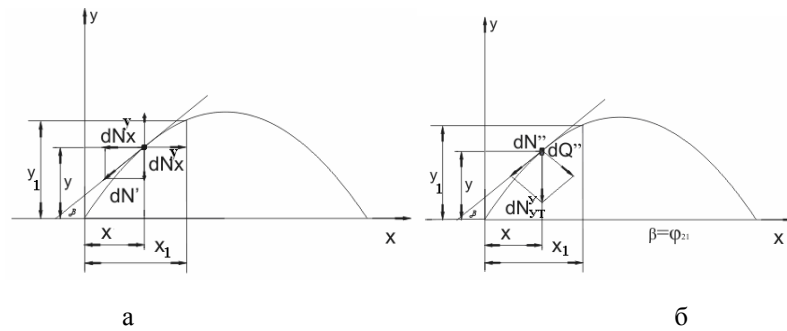


Рис.4. Схеми визначення внутрішніх сил: а – подовжніх; б – поперечних.

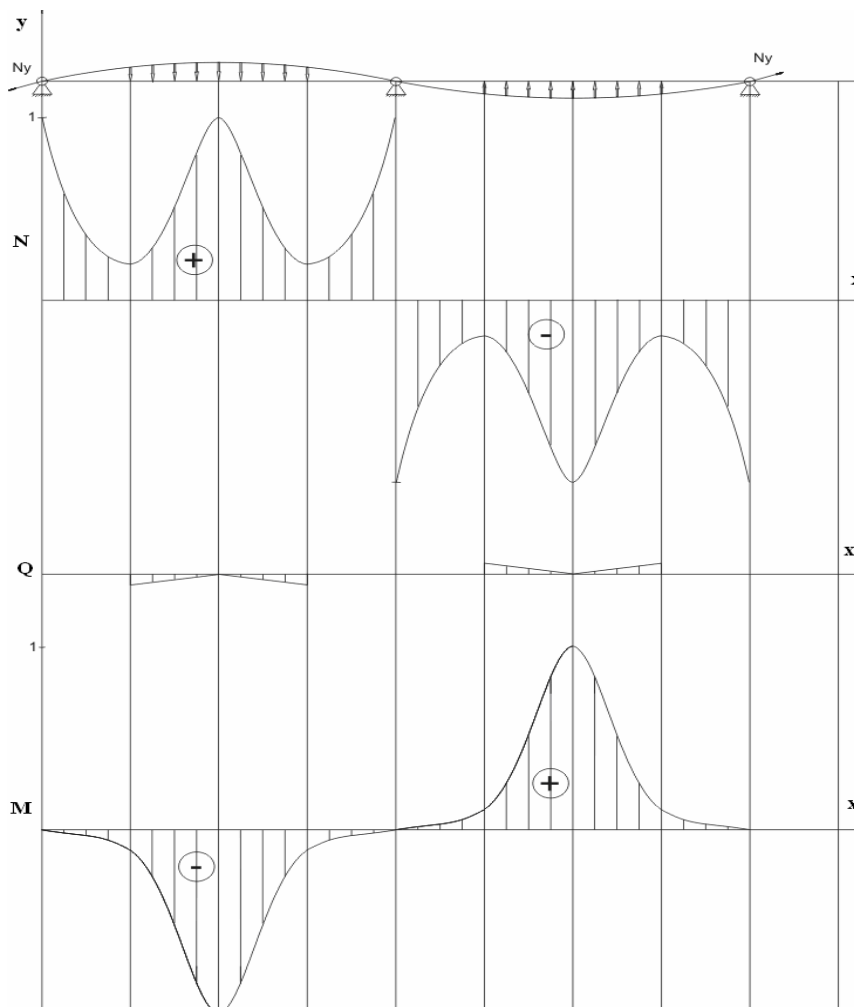


Рис. 5. Схема навантаження та епюри сил та моменту для полотняного переплетення

Визначаємо повну відносну деформацію уточини після її деформування нитками основи. Отримані значення повної деформації ε_{ny} підставляємо в рівняння (5) при таких початкових умовах: при $t = 0$, $\varepsilon(t) = \varepsilon_{ny} = const$. Визначаємо величину уработки нитки при виготовленні тканини. Аналітичний підхід у роботі використаний для розгляду моделі деформування основних ниток та різних переплетень.

Висновки

В роботі запропоновано визначення взаємозв'язку між параметрами будови тканини та деформацією ниток в процесі її формування, що дозволяє прогнозувати якісні експлуатаційні показники текстильних продуктів, в залежності від технології вироблення, що в свою чергу дозволяє проектувати тканину заданої якості, заданого складу сировини та переплетень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чугін В.В. Разработка системы упру гой заправки ткацких станков с малым напряжением нитей основы: Автореф. докт. дис. – Санкт-Петербург. 1992. – 487с.
2. Карева Т.Ю., Сеницына И.В., Сеницын. А.В. Особенности и некоторые параметры строения кромки ткани, сформированной способом взаимодействия нитей между собой. Известия вузов, технологии легкой промышленности 2005, №3. – с. 46–49.
3. Аскадский А.А. Деформация полимеров. – М.:Химия,1973. – 448 с.

Надійшла 12.11.2008