

УДК 677.01

ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ ОСНОВНИ ТА УТОКОВИХ НИТОК ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БАЗАЛЬТОВИХ ТКАНИН

Н.М. ЗАЩЕПКІНА

Київський національний університет технологій та дизайну

К.О. ЗАЩЕПКІНА

Технічний університет м. Ліберець (Чеська Республіка)

У статті представлено аналіз проблеми проектування властивостей текстильних матеріалів, виходячи з визначення залежності між напругою та деформацією базальтових ниток

Проектування властивостей текстильних матеріалів є складним багатоступеневим творчим процесом [1]. Створення універсальної бази для розробки нових видів тканин є актуальним.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є проектування текстильних матеріалів із заданими експлуатаційними властивостями.

Вироби з базальтового волокна (БВ) займають свою нішу в переліку текстильних виробів. Найбільш активно використовуються сендвіч-пакети з супер-тонкого базальтового волокна для тепло- та звукоізоляції, волокна для армування бетонів та тканини для пошиву захисного одягу для праці при високих температурах.

Метою роботи було встановити зв'язок між структурними параметрами комплексної нитки з базальтового волокна та експлуатаційними властивостями виробів з неї.

Постановка завдання

Для вирішення поставленої задачі були залучені сучасні технології, зокрема, був розроблений візуальний макет тканини, що проектується.

Результати та їх обговорення

Залежність між напругою та деформацією в текстильних нитках та тканинах включає час, тому їх можна вважати в'язкопружними. Теорія спадковості в'язкопружних матеріалів, яка заснована на принципі сепару позиції, описує процеси деформування. В основі теорії – дві гіпотези: пружні сили залежать не тільки від миттєво отриманих зсувів, але й від попередніх деформацій, які мають тим менший вплив на них, чим більше часу пройшло з моменту попередніх деформацій; вплив отриманих у різний час деформацій складається [1,2]. Математичний запис залежності напруг від деформацій, заснованих на цих гіпотезах, має вигляд:

$$\begin{cases} \varepsilon(t) = \sigma(t)/E + 1/E \int_0^t K(t-\tau)\sigma(\tau)d\tau ; \\ \sigma(t) = E\varepsilon(t) - E \int_0^t V(t-\tau)\varepsilon(\tau) d\tau, \end{cases} \quad (1)$$

де: σ – напруга нитки; ε – відносна деформація нитки; E – модуль пружності нитки; $K(t-\tau)$ і $V(t-\tau)$ – функції впливу; t –час спостереження; τ –час попереднього часу спостереження.

На основі методу [3] натяг нитки:

$$\sigma = P_i / S_i, \quad S_i = \frac{\pi d^2}{4} = 0.001\pi \frac{Tc^2}{4} \quad (2)$$

де, P_i – навантаження розривальної машини, S_i – площа поперечного перерізу нитки, де d – діаметр нитки; T – лінійна густина нитки; c – коефіцієнт, що залежить від виду волокнистого складу. Взаємозв'язок σ і ε визначається за допомогою системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = E\varepsilon \left[t_1 - \int_0^{t_1} V(t-\tau) d\tau \right]; \\ \sigma_2 = \sigma_1 - E\varepsilon \int_0^{t_2} V(\tau) d\tau; \\ \sigma_3 = \sigma_1 - E\varepsilon \int_0^{t_3} V(\tau) d\tau; \\ \dots\dots\dots \\ \sigma_n = \sigma_1 - E\varepsilon \int_0^{t_n} V(\tau) d\tau. \end{array} \right. \quad (3)$$

При проведенні експериментів час t_1, t_2, t_3 – в інтервалі $0 < t < 0,5$, а час t_4 в – інтервалі $0,5 < t < 1$. Отримано систему чотирьох рівнянь із чотирма невідомими. З першого рівняння системи:

$$\frac{\sigma_1}{E\varepsilon} = 1 - \frac{At_1^\alpha}{\alpha(\alpha+1)}; \quad \frac{\sigma_1}{E\varepsilon} = \frac{\alpha(\alpha+1) - At_1^\alpha}{\alpha(\alpha+1)}; \quad E = \frac{\sigma_1 \alpha(\alpha+1)}{\varepsilon (\alpha(\alpha+1) - At_1^{\alpha+1})}. \quad (4)$$

Із другого й третього рівняння системи:

$$E\varepsilon = \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)\alpha}{A(t_2^\alpha - t_1^\alpha)} = \frac{(\sigma_3 - \sigma_1)\alpha}{A(t_3^\alpha - t_1^\alpha)}; \quad (\sigma_2 - \sigma_1)(t_3^\alpha - t_1^\alpha) = (\sigma_3 - \sigma_1)(t_2^\alpha - t_1^\alpha); \quad (5)$$

$$t_1^\alpha (\sigma_2 - \sigma_3) + t_2^\alpha (\sigma_1 - \sigma_3) + t_3^\alpha (\sigma_1 - \sigma_2) = 0.$$

Із четвертого рівняння:

$$\beta = \frac{(\sigma_4 - \sigma_1)(\alpha+1)\alpha - E\varepsilon A(t_4^\alpha - t_1^\alpha)(\alpha+1)}{E\varepsilon A(t_4^{\alpha+1} + t_1^{\alpha+1})}. \quad (6)$$

Рішення рівнянь проводили при використанні стандартної інформаційної програми. Причому параметр α визначався чисельними методами. При рішенні завдання щодо проектування базальтової тканини з заданими властивостями доводиться враховувати той факт, що в процесі вигину ниток сильно змінюється її конфігурація, причому переміщення ниток основи й утку при формуванні тканини стають сумірні з довжиною перекриття їх у тканині та її геометричною щільністю. При цьому спостерігається нелінійна залежність більших переміщень від зовнішніх сил, хоча деформації залишаються малими. У зв'язку з цим ряд важливих для практики особливостей поведження ниток і можливих форм їхнього розташування в тканині не може бути вивченою за допомогою звичайної лінійної теорії вигину[4]. Деформація нитки в перерізі характеризується вигином u та кутом повороту φ . Вплив сил, що перерізують, Q на прогини ниток незначні. Тому з достатньою точністю можна прийняти, що при поперечному вигині кривизна пружної лінії залежить тільки від величини згинального моменту M_x і твердості EI_x [5].

Рівняння нитки після інтегрування буде мати вид:

$$\ddot{y} = \int dx \int \frac{M(x)}{EI} dx + C_1 x + C_2 \quad (7)$$

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

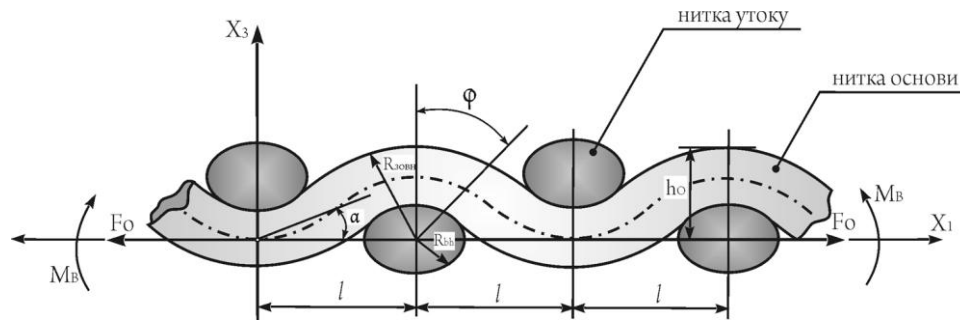


Рис. 1. Геометрична модель будови тканини полотняного переплетення

Після перетворень отримано кінцеве рівняння натягу основних та утокових ниток тканини.

$$N_{ym}^o = \left(\frac{\frac{4b}{\pi\alpha_1} z_1 EI}{\sqrt{\left[1 + \left(\frac{4b}{\pi\alpha_1} z_2\right)^2\right]^3}} - q \cdot d_H \cdot \sqrt{(\cos^2 \varphi_{21} + b^2)} / e^{-2\varphi_{21}} x \cdot \sin \varphi_{21} \left[\cos \varphi_{21} + 1 \right] \right) \quad (8)$$

Вирішуємо задачу для силових факторів. Значення моменту визначаємо практичним шляхом для даної пряджі. Для основних та утокових ниток натяги визначаються за формулами.

$$N_o^o = \frac{F_0 J_0 \ddot{x}_3 - E_0 I_0 + M_B}{\dot{x}_1} \quad (9)$$

$$N_{ym}^o = \left(\frac{\frac{4b}{\pi\alpha_1} z_1 EI}{\sqrt{\left[1 + \left(\frac{4b}{\pi\alpha_1} z_2\right)^2\right]^3}} - q \cdot d_H \cdot \sqrt{(\cos^2 \varphi_{21} + b^2)} / e^{-2\varphi_{21}} x \cdot \sin \varphi_{21} \left[\cos \varphi_{21} + 1 \right] \right) \quad (10)$$

Висновки

Таким чином, дана модель дозволяє визначити натяг системи ниток в залежності від: форми переплетень; лінійної густини вихідної пряджі; розривного подовження пряджі; розривального навантаження. Визначивши величину натягнення ниток для кожного з переплетень для заданого виду сировини та асортименту тканин, визначаємо відповідні параметри на кожному з технологічних переходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технологія ткацтва й основи будови тканин: Навчальний посібник / В.А.Синицин, Ю.Ф.Ерохин, Т.Ю.Карева, Г.В.Васильєва. Іваново: ИГТА, 1999. 80 с.
2. Николаев С.Д. Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета. Дис. ...док-ра. техн. наук: 05.19.02. – М., МЛТА, 1988. – 470 с.
3. Николаев С.Д., Власов В.П. Теория процесса и оборудование ткацкого производства / Учебн. пособ. – М.: Легпромиздат, 1995. – 256с.
4. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве / С. Д. Николаев, А. А. Мартынова, С. С. Юхин, Н. А Власова. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2003. – 336 с.
5. Защепкіна Н.М., Кострицький В.В. Взаємозв'язок між технологічними параметрами виготовлення тканини й параметрами її будови. Вісник. КНУТД, № 1.(45) 2009.С.61-65.