

УДК 677.01

Н. М. ЗАЩЕПКИНА

Київський національний університет технологій та дизайну

К. О. ЗАЩЕПКИНА

Технічний університет м. Ліберець (Чеська Республіка)

## ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ ОСНОВИ ТА УТОКОВИХ НИТОК ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БАЗАЛЬТОВИХ ТКАНИН

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

**Ключові слова:** основи, властивостей, базальтових ниток, напругою, деформацією.

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 базальтових тканин 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 нитках та тканинах включає час, тому їх можна вважати в'язкопружними.

Теорія спадковості в'язкопружних матеріалів, яка заснована на принципі сепар 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:

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

де  $\sigma$  – напруга нитки;  $\varepsilon$  – відносна деформація нитки;  $E$  – модуль пружності нитки;  $K(t-\tau)$  і  $V(t-\tau)$  –

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

функції впливу;  $t$  – час спостереження;  $\tau$  – 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,  $d$  – діаметр нитки;  $T$  – лінійна густина нитки;  $c$  – коефіцієнт, що залежить від виду волокнистого складу.

Взаємозв'язок  $\sigma$  і  $\varepsilon$  визначається за допомогою системи рівнянь:

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  $\alpha$  визначався чисельними методами.

При вирішенні завдання щодо проектування базальтової тканини з заданими властивостями доводиться враховувати той факт, що в процесі вигину ниток змінюється її конфігурація, причому переміщення ниток основи й утку при формуванні тканини стають сумірні з довжиною перекриття їх у тканині та її геометричною щільністю.

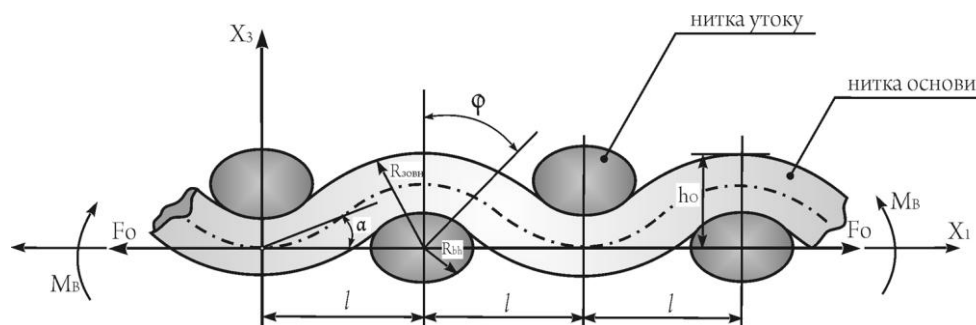
При цьому спостерігається нелінійна залежність більших переміщень від зовнішніх сил, хоча деформації залишаються малими.

У зв'язку з цим ряд важливих для практики особливостей поведінки ниток і можливих форм їхнього розташування в тканині не може бути вивченим за допомогою звичайної лінійної теорії вигину[4].

Деформація нитки в перерізі характеризується вигином  $y$  та кутом повороту  $\varphi$ . 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 рисунку представлена геометрична модель будови тканини вздовж нитки з прикладними до нитки силами та моментами.



#### Геометрична модель будови тканини полотняного переплетення

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

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

Вирішуємо задачу для силових факторів. Значення моменту визначаємо практичним шляхом для даної пряжі.

Для основних та утокових ниток натяги визначаються за формулами.

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

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

### Висновки

Таким чином, дана модель дозволяє визначити натяг системи ниток в залежності від: форми переплетень, лінійної густини вихідної пряжі, розривального подовження пряжі, розривального навантаження та визначити експлуатаційні властивості базальтової тканини.

### Список використаної літератури

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. Автореф. докт. дис. – М.: МЛТА, –1988. – 470 с.
3. Николаев С.Д., Власов В.П. Теория процесса и оборудование ткацкого производства / Учебн. пособ. – М.: Легпромиздат, – 1995. – 256 с.
4. Николаев С. Д., Мартынова А. А., Юхин С. С., Власова Н. А. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве. – 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. – 2009. Вісник. КНУТД, – № 1(45). – С. 61–65.

Стаття надійшла до редакції 11.10.2012

**Определение натягу основных и утолковых нитей при проектировании базальтовых тканей»**

Защепкина Н.Н.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

Защепкина К.А.

*Технический университет г. Либерец (Чешская Республика)*

В статье представлен анализ проблемы проектирования свойств текстильных материалов, исходя из определения зависимости между напряжением и деформацией базальтовых нитей.

**Ключевые слова:** основы, свойств, базальтовых нитей, напряжением, деформацией.

**Adjectives tension threads of designing textile materials of basalt**

Zashchepkina N.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

Zashchepkina K.

*Technical university, Liberech (Czech Republic)*

In article application present itself analysis the problems of properties material preceding from adjectives dependence between efforts either deformation basaltic threads.

**Keywords:** base, properties, basalt filaments, stress, deformation.