

УДК 685.31

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НИТКОНАТЯГУВАЧІВ СНУВАЛЬНИХ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ ТРАНСЦЕНДЕНТНИХ РІВНЯНЬ

Асп. А.М.Кириченко

Науковий керівник проф. В.Ю. Щербань

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Мета полягає в удосконаленні конструкції нитконатягувачів снувальних машин на основі мінімізації величини коливання вихідного натягу перед снувальною рамкою[2,3].

Завдання полягає в зменшенні коливання натягу нитки після нитконатягувача шляхом удосконалення конструктивних параметрів нитконатягувачів на снувальних машинах на основі оптимізації функції натягу, яка зв'язує натяг нитки до та після нитконатягувача з урахуванням конструктивних параметрів його складових елементів та реального закону зміни натягу нитки[2].

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження виступає технологічний процес перемотування, а предметом дослідження виступає нитконатягувач.

**Методи та засоби дослідження.** Теоретичною основою при вирішенні науково-технічної проблеми є праці провідних вчених в галузях трикотажного виробництв, механіки нитки, математичного моделювання[2]. У теоретичних дослідженнях використано методи інтегрального та диференційного числення, теоретичної механіки, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень[1-3].

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** На основі оптимізації функції натягу, яка зв'язує натяг нитки до та після нитконатягувача з урахуванням конструктивних параметрів його складових елементів та реального закону зміни натягу нитки, удосконалена конструкція нитконатягувача снувальних машин.

**Результати дослідження.** Динамічна модель для аналізу роботи нитконатягувача представлена на рисунку 1.

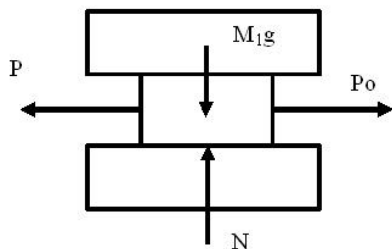


Рисунок 1 - Динамічна модель  
нитконатягувача

Були прийняті наступні позначення:  
 $M_1$  - маса рухомої частини;  $g$  - прискорення вільного падіння;  $P$  - натягнення нитки після нитконатягувача;  $P_0$  - натягнення нитки до нитконатягувача;  $N$  - сила нормального тиску;  $N_1$  - сила нормального тиску верхньої рухомої частини 1 на вертикальний направляючий стрижень;  $f_3, f_5$  - коефіцієнти тертя відповідно нитки по поверхні тарілочок і рухомої тарілочки по поверхні вертикального направляючого стрижня;  $\alpha$  - кут між силою нормального тиску  $N$  та вертикальною віссю  $y$ ;  $\alpha_{11}$  - кут обхвату ниткою вертикального направляючого стрижня.

Вертикальне переміщення рухомого елемента дорівнює

$$y(t) = b_1 t^3, \quad b_1 = \frac{K_1 C_H V}{M_1}, \quad (1)$$

де  $y(t)$  - переміщення верхньої рухомої частини нитконатягувального пристрою з урахуванням деформації в зоні контакту;  $K_1$  - коефіцієнт, що враховує співвідношення кривизни створюючих на поверхні рухомого елемента;  $C_H$  - коефіцієнт жорсткості нитки на розтягування;  $V$  - швидкість руху нитки;  $M_1$  - маса рухомого елемента.

Для визначення величини сили нормального тиску  $N$  складемо рівняння проєкцій всіх сил на вісь  $x$  та  $y$ , з урахуванням (1), отримаємо

$$N_1 - N \sin \alpha - Nf_3 \cos \alpha = 0,$$
$$M_1 \frac{d^2 y}{dt^2} = -M_1 g - N_1 f_5 + N \cos \alpha - Nf_3 \sin \alpha. \quad (2)$$

З урахуванням (1) - (2), остаточно отримаємо

$$M_1 \frac{d^2 y}{dt^2} = -M_1 g - Nf_5 (\sin \alpha + f_3 \cos \alpha) + N \cos \alpha - Nf_3 \sin \alpha.$$

Визначаємо першу похідну залежності натягу по куту і прирівнюємо її нулю. Отримане рівняння (3) є трансцендентним.

$$\frac{dP}{d\alpha} = 0, \frac{0,5 \cos(\alpha - \beta)(1 + e^{-2\mu_2 \alpha})}{[1 + \sin(\alpha - \beta)]^2} - \frac{\mu^2}{1 + \sin(\alpha - \beta)} = \frac{\mu_2 P_1}{\mu_1 N}, \quad (3)$$

Для визначення коріння трансцендентного рівняння (3) використовуватимемо метод Ньютона. Виконуючи процес побудови ітераційної послідовності  $\{x_n\}$ , отримаємо наступну рекурентну формулу для здійснення ітераційного процесу сходження до корню трансцендентного рівняння

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

Метод Ньютона, що реалізовується при допомозі (5), володіє високою швидкістю збіжності.

**Висновки.** На основі вирішення системи трансцендентних рівнянь, яка зв'язує конструктивні елементи нитконатягувача та закон зміни вхідного натягу отримані залежності величини коливання вихідного натягу перед снувальною рамкою.

Удосконалена конструкція нитконатягувачів на основі оптимізації функції натягу, яка зв'язує натяг нитки до та після нитконатягувача з урахуванням конструктивних параметрів його складових елементів та реального закону зміни натягу нитки.

**Ключові слова:** снувальна машина, нитка, натяг, напрямна поверхня, нитконатягувач.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Щербань В.Ю. Механика нити/В.Ю.Щербань, О.Н.Хомяк, Ю.Ю.Щербань. - К.:Бібліотека офіційних видань, 2002.- 196 с.
2. Scherban V. Interaction yarn guide surface/V.Scerban, M. Sholudko, V. Kalashnik, O. Kolisko//Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May 2015. – Volume 4.- Number 3. – P. 10-15.
3. Ресурсоощадні технології виробництва текстилю, одягу та взуття: монографія: в 2 т. Т.1/Теоретичні основи та методи розроблення ресурсоощадних технологій та обладнання для виробництва текстилю, одягу та взуття/ В.Ю.Щербань, Б.Ф.Піпа, В.В.Чабан та ін. – К.:КНУТД, 2016. – 373 с.