

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

ЦИЛІНДРИЧНИХ НИТКОНАПРЯМНИХ МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Мета. Оптимізація геометричних параметрів нитконапрямних машин легкої промисловості.

Методика. Оптимізація геометричних параметрів циліндричних нитконапрямних машин легкої та текстильної промисловості, яка базується на комплексних теоретичних дослідженнях взаємодії ниток з напрямними з урахуванням змінання, жорсткості на згин та нелінійної залежності коефіцієнта та сили тертя, спрямована на зменшення натягу ведучої гілки нитки, що дозволить уникнути її обриву та підвищити продукційність технологічного обладнання та якість кінцевої продукції.

Результати. Проведення комплексних теоретико-експериментальних досліджень процесу взаємодії реальних ниток з направляючими і робочими органами технологічного устаткування, з урахуванням багатофакторної залежності даного процесу, з використанням сучасних засобів і пристроїв реєстрації вихідних параметрів, активного планування експерименту, прикладного програмного забезпечення для ЕОМ дозволило отримати оптимальні геометричні параметри ниткопрямовувачів машин легкої і текстильної промисловості.

Наукова новизна. Отримані рівняння для визначення натягу нитки з урахуванням жорсткості на згин, змінання та нелінійної залежності фрикційних властивостей.

Практична значимість. Оптимізувані параметри системи ниткоподачі, що дозволило знизити обривність і, як наслідок, підвищити продуктивність технологічного устаткування і якість продукції, що випускається.

Ключові слова : нитка, натяг, напрямна поверхня, кут охоплення, змінання, жорсткість на згин.

Вступ. Оптимізація геометричних параметрів ниткопрямовувачів повинна базуватися на комплексних теоретико-експериментальних дослідженнях процесу взаємодії ниток з направляючими і робочими органами технологічного устаткування, які лянуть в основу вибору оптимальних технологічних параметрів заправки, що дозволить стабілізувати технологічний процес вироблення полотна, характер взаємодії ниток в робочій зоні, а отже, зменшити обривність ниток.

Постановка завдання По результатам досліджень, викладених в роботі [1,2], встановлено що до 80% всіх простоїв технологічного устаткування відбувається унаслідок обривності ниток. Число обривів ниток, за певний проміжок часу, є важливим показником, по якому можна судити про нормальну роботу технологічного устаткування і якості продукції, що випускається.

Вивчаючи причини обривності автори [1,2] роблять висновок про те, що виникнення обривності є наслідком декількох причин. Перша з них це натяг основи [2]. При аналізі з'ясовується, що до обривів призводить не тільки збільшене натягу, але і слабкий натяг. Це

автори пояснюють тим, що при зниженні натягу нитки матимуть велику амплітуду коливань в поперечному напрямі.

До інших причин відносяться порушення умов догляду за машиною, якість підготовки основи. Крім того, характер умов переробки основи на технологічному устаткуванні супроводжується багатократними пульсуючими розтягнуттями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Удосконалення технологічних процесів легкої та текстильної промисловості повинно базуватися на комплексних дослідженнях процесу взаємодії ниток з напрямними поверхнями малої кривини [1,2]. Отримання теоретичних залежностей дозволить отримати рівняння для визначення натягу нитки в зоні формування тканини та трикотажу, зменшити відсоток обривів ниток, поліпшити якість готової продукції[2]. В багатьох дослідженнях не враховується нелінійна залежність сили та коефіцієнту тертя при отриманні остаточних рівнянь [1,3,4]. Нехтування цими даними призводить до значних розбіжностей між теоретичними та експериментальними залежностями, що не дозволяє використовувати перші при конкретних розрахунках[1].

Основний матеріал. Натяг ведучої гілки нитки, з урахуванням жорсткості на згин та змінанням в зоні контакту, визначаємо з наступної системи рівнянь [1]

$$P = P_0 \left[1 + \frac{R+r}{R+r-\delta_0} e^{f\varphi} - 1 \right] + \frac{B_0}{2(R+r-\delta)^2} - \frac{B_0}{2(R+r-\delta_0)^2} \left[1 + \frac{R+r}{R+r-\delta_0} e^{f\varphi} - 1 \right],$$

$$f = \frac{a}{b\varphi^{n_1}}, \quad \varphi = \varphi_P + \varphi_{cm1} + \varphi_{cm2} - \varphi_{уж1} - \varphi_{уж2}, \quad \varphi_{cm1} = \arccos \left[1 - \delta_0 \left(\frac{2r}{R} \right)^2 \right]$$

$$\varphi_{cm2} = \arccos \left[1 - \delta \left(\frac{2r}{R} \right)^2 \right], \quad \varphi_{уж1} = \arccos \left[1 - \frac{B_0}{2P_0(R+r)^2} \right], \quad \varphi_{уж2} = \arccos \left[1 - \frac{B_0}{2P(R+r)^2} \right],$$

$$\delta_0 = \frac{P_0(R+r)}{P_0r + E_1b_1(R+r)}, \quad \delta = \delta_0 e^{f\varphi_P},$$
(1)

де P_0 - натяг веденої гілки нитки; R - радіус кривини напрямної поверхні; r - розрахунковий радіус перетину нитки; δ_0, δ - відносна деформація перетину нитки в точках входу та сходу з напрямної; f - коефіцієнт тертя; φ - реальний кут охоплення ниткою напрямної; B_0 - коефіцієнт жорсткості нитки на згин; a, b, n_1 - деякі константи (для кожного виду нитки мають окреме значення); E_1 - модуль пружності нитки на стиснення; b_1 - ширина сліду контакту; φ_P - кут охоплення ниткою напрямної без урахування змінання та жорсткості на згин.

Система рівнянь (1) представляє собою трансцендентне рівняння, яке має вигляд $f(P) = 0$. Для його рішення використовувалися чисельні методи на основі метода діхотомії, алгоритм якого був програмно реалізований на мові Object Pascal в середовищі

Delphi. Для п'яти ниток, які приблизно мають однаковий діаметр, були розраховані значення натягу ведучої гілки нитки, які представлені на рис.1.

На рис.1 крива 1 побудована для капронової комплексної нитки 29Т, крива 2 побудована для бавовняної пряжі 30,8Т, крива 3 побудована для шерстяної пряжі 29,9Т, крива 4 побудована для віскозної пряжі 29Т, крива 5 побудована для капронової моноплетки 36Т. Аналіз даних графічних залежностей показує, що криві 1-4 мають екстремальні точки, в яких натяг ведучої гілки нитки буде мати мінімальне значення. Визначення значення радіуса кривини циліндричної напрямної R в цих точках дозволить спроектувати такі напрямні, при взаємодії з якими натяг нитки буде мінімальним.

Вираз для визначення натягу ведучої гілки нитки, з урахуванням (1), представимо у вигляді

$$P = z_6(R) + z_7(R) - z_8(R), \quad (2)$$

Оптимальне значення радіуса кривини R направляючої, при якому натяг ведучої гілки P буде мінімальним, визначається з наступного рівняння (отримаємо шляхом диференціювання рівняння (2))

$$\frac{dP}{dR} = \frac{dz_6(R)}{dR} + \frac{dz_7(R)}{dR} - \frac{dz_8(R)}{dR} = 0. \quad (3)$$

Для вирішення рівняння (3) необхідно визначити відповідні похідні функцій $z_0(R), z_1(R), z_2(R), z_3(R), z_5(R)$ по радіусу R , які використовуватимуться при подальших розрахунках.

$$\begin{aligned} \frac{dz_1(R)}{dR} &= \frac{d\delta_0}{dR} = \frac{P_0}{P_0 r + E_1 b_1 \sqrt{R + r^2}} - \frac{2E_1 P_0 b_1 \sqrt{R + r^2}}{P_0 r + E_1 b_1 \sqrt{R + r^2}}, \\ \frac{dz_2(R)}{dR} &= \frac{d\delta}{dR} = \frac{P_0 e^{a\varphi_p \left(\frac{R}{P_0}\right)^b}}{P_0 r + E_1 b_1 \sqrt{R + r^2}} - \frac{2E_1 P_0 b_1 e^{a\varphi_p \left(\frac{R}{P_0}\right)^b} \sqrt{R + r^2}}{P_0 r + E_1 b_1 \sqrt{R + r^2}} + \frac{ab\varphi_p e^{a\varphi_p \left(\frac{R}{P_0}\right)^b} \left(\frac{R}{P_0}\right)^{b-1} \sqrt{R + r^2}}{P_0 r + E_1 b_1 \sqrt{R + r^2}}, \\ z_4(R) = \frac{d}{dR} z_3(R) &= \frac{2B_0}{P_0 \sqrt{R + r^2} \sqrt{1 - \left[\frac{B_0}{2P_0 \sqrt{R + r^2}} - 1\right]^2}} - \frac{8r^2 z_2(R)}{R^3} - \frac{4r^2 \frac{d}{dR} z_2(R)}{R^2} - \frac{8r^2 z_1(R)}{R^3} - \frac{4r^2 \frac{d}{dR} z_1(R)}{R^2}, \\ \frac{dz_5(R)}{dR} &= e^{z_0(R)z_3(R)} \left[z_0(R) \frac{dz_3(R)}{dR} + z_3(R) \frac{dz_0(R)}{dR} \right]. \end{aligned}$$

Підставляючи останні вирази похідних в (3) отримаємо трансцендентне рівняння вигляду $F_1(R) = 0$. Для його вирішення використовуватимемо алгоритм, що реалізує модифікований метод Ньютона для системи трансцендентних рівнянь і відповідну програму.

В результаті розрахунків були отримані наступні оптимальні значення радіусу кривини нитконапрямної: 1,5 мм – для капронової комплексної нитки 29Т; 3,4 мм – для бавовняної пряжі 30,8Т; 2,5 мм – для шерстяної пряжі 29,9Т; 1 мм – для віскозної пряжі 29Т(рис.2).

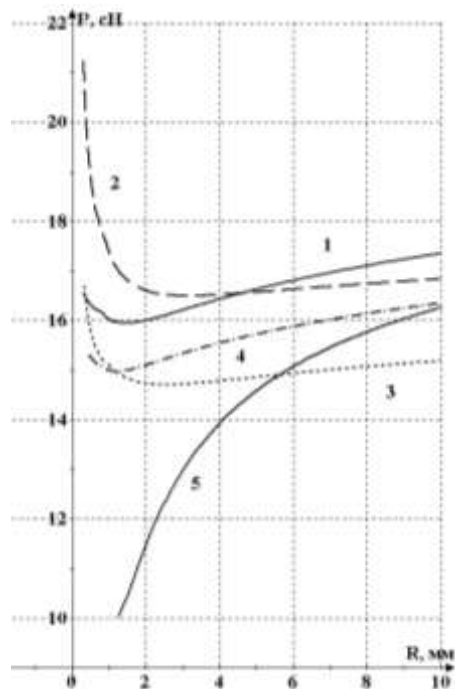


Рис.1. Залежність натягу ведучої гілки нитки від радіусу кривини напрямної

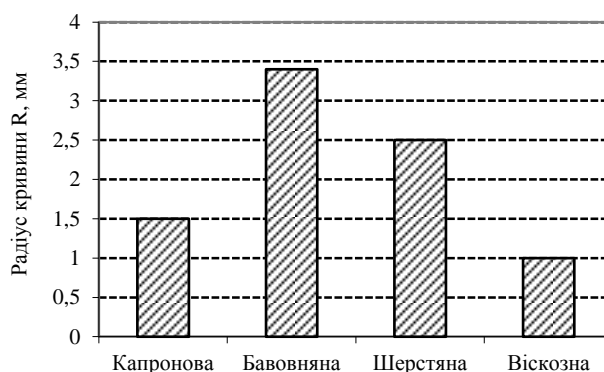


Рис.2. Оптимальні значення радіусу кривини для різних ниток

Висновок та перспективи використання результатів дослідження. Проведення комплексних теоретико-експериментальних досліджень процесу взаємодії реальних ниток з направляючими і робочими органами технологічного устаткування, з урахуванням багатofакторної залежності даного процесу, з використанням сучасних засобів і пристроїв реєстрації вихідних параметрів, активного планування експерименту, прикладного програмного забезпечення для ЕОМ дозволило отримати оптимальні геометричні параметри ниткопрямовувачів машин легкої і текстильної промисловості. Це дозволяє оптимізувати параметри системи ниткоподачі, знизити обривність і, як наслідок, підвищити продуктивність технологічного устаткування і якість продукції, що випускається.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Щербань В.Ю. Механика нити/В.Ю.Щербань, О.Н.Хомяк, Ю.Ю.Щербань. - К.:Бібліотека офіційних видань, 2002.- 196 с.

2. Щербань В.Ю. Математические модели в САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности/В.Ю.Щербань, О.И.Волков, Ю.Ю.Щербань. – К.:Бумсервис, 2003. – 588 с.
3. Хвальковский Н.В. Трение текстильных нитей/Н.В. Хвальковский. – М.:ЦИНТИЛП, 1966. – 73 с.
4. Мортон В.Е. Механические свойства текстильных волокон/В.Е. Мортон, Д.В.С. Херл. - М.:Легкая индустрия, 1971. – с.182.

1	Гуманітарні науки	
2	Економіка, фінанси, менеджмент	
3	Електронні пристрої та електротехнічні комплекси, комп'ютерно-інтегровані системи управління	
4	Матеріалознавство, полімерні, композиційні матеріали та хімічні волокна	
5	Машини та технології легкої промисловості	X
6	Метрологія і стандартизація, контроль складу речовин	
7	Мистецтвознавство, дизайн, ергономіка	
8	Проблеми вищої освіти	
9	Фізико-математичні науки	
10	Хімічні технології та екологічна безпека	