

УДК 677.017

КОЛИСКО М.І., ЩЕРБАНЬ В.Ю.

Київський національний університет технологій і дизайну

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 зминання, 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 ниткопрямувачів машин легкої і текстильної промисловості.

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

Практична значимість. Оптимізовані 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, зминання, жорсткість на згин.

Вступ. Оптимізація геометричних параметрів ниткопрямувачів повинна базуватися на комплексних теоретико-експериментальних дослідженнях процесу взаємодії ниток з направляючими і робочими органами технологічного устаткування, які лягуть 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 розтягуваннями.

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].

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

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

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

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

$$\delta_0 = \frac{P_0(R+r)}{P_0r + E_1b_1(R+r)^2}, \quad \delta = \delta_0 e^{f\varphi_P},$$

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 реалізовано 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 монопнитки 36Т. Аналіз даних графічних залежностей показує, що криві 1-4 мають екстремальні точки, в яких натяг відомої 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.

$$\begin{aligned} \frac{dz_1(R)}{dR} &= \frac{d\delta_0}{dR} = \frac{P_0}{P_0 r + E1b_1(R+r)^2} - \frac{2E1P_0b_1(R+r)^2}{[P_0 r + E1b_1(R+r)^2]^2}, \\ \frac{dz_2(R)}{dR} &= \frac{d\delta}{dR} = \frac{P_0 e^{a\varphi_P \left(\frac{R}{P_0}\right)^b}}{P_0 r + E1b_1(R+r)^2} - \frac{2E1P_0b_1 e^{a\varphi_P \left(\frac{R}{P_0}\right)^b} (R+r)^2}{[P_0 r + E1b_1(R+r)^2]^2} + \frac{ab\varphi_P e^{a\varphi_P \left(\frac{R}{P_0}\right)^b} \left(\frac{R}{P_0}\right)^{b-1} (R+r)}{P_0 r + E1b_1(R+r)^2}, \\ z_4(R) &= \frac{d}{dR} z_3(R) = \frac{2B_0}{P_0(R+r)^3 \sqrt{1 - \left[\frac{B_0}{2P_0(R+r)^2} - 1\right]^2}} - \frac{8r^2 z_2(R)}{R^3} - \frac{4r^2 \frac{d}{dR} z_2(R)}{R^2} - \frac{8r^2 z_1(R)}{R^3} - \frac{4r^2 \frac{d}{dR} z_1(R)}{R^2}, \\ \frac{dz_5(R)}{dR} &= e^{z_0(R)z_3(R)} \left[z_0(R) \frac{dz_3(R)}{dR} + z_3(R) \frac{dz_0(R)}{dR} \right]. \end{aligned}$$

Підставляючи останні вирази похідних в (3) отримаємо трансцендентне рівняння вигляду $F1(R) = 0$. 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).

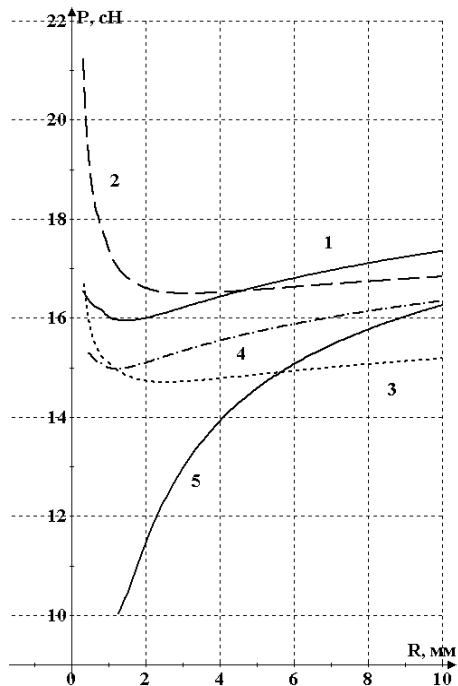


Рис.1. Залежність натягу ведучої гілки нитки від радіуса кривини напрямної

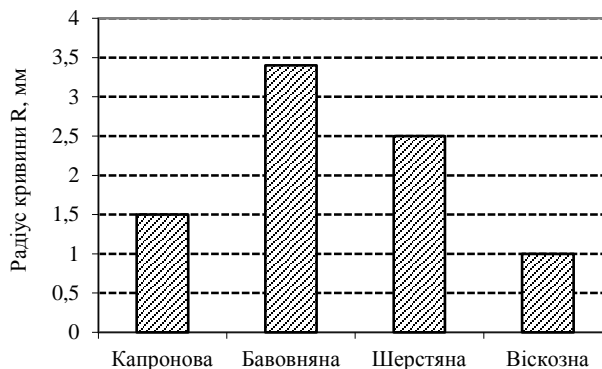


Рис.2. Оптимальні значення радіуса кривини для різних ниток

Висновок та перспективи використання результатів дослідження. Проведення комплексних теоретико-експериментальних досліджень процесу взаємодії реальних ниток з направляючими і робочими органами технологічного устаткування, з урахуванням 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 ниткопрямувачів 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.: Библиотека 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.

Рекомендовано до публікації д.т.н., професор В.Г.Здоренко

Стаття надійшла до редакції 12.12.2013

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ НИТЕНАПРАВИТЕЛЕЙ МАШИН ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

КОЛЫСКО М.И., ЩЕРБАНЬ В.Ю.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Оптимизация геометрических параметров нитенаправителей машин легкой промышленности.

Методика. Оптимизация геометрических параметров цилиндрических нитенаправителей машин легкой и текстильной промышленности, которая базируется на комплексных теоретических исследованиях взаимодействия нитей с направляющими с учетом сминаемости, жесткости на изгиб и нелинейной зависимостью коэффициента и силы трения, направленная на уменьшение натяжения ведущей ветви нити, которая позволит избежать ее обрыва и повысить производительность технологического оборудования и качество конечной продукции.

Результаты. Проведение комплексных теоретико-экспериментальных исследований процесса взаимодействия реальных нитей с направляющими и рабочими органами технологического оборудования, с учетом многофакторной зависимости данного процесса, с использованием современных средств и устройств регистрации исходных параметров, активного планирования эксперимента, прикладного программного обеспечения для ЭВМ позволило получить оптимальные геометрические параметры нитенаправителей машин легкой и текстильной промышленности.

Научная новизна. Получены уравнения для определения натяжения нити с учетом жесткости на изгиб, сминаемости и нелинейной зависимости фрикционных свойств.

Практическая значимость. Оптимизированы параметры системы нитеподачи, что позволило снизить обрывность и, как следствие, повысить производительность технологического оборудования и качество продукции, которая выпускается.

Ключевые слова: нить, натяжение, направляющая поверхность, угол охвата, сминаемость, жесткость на изгиб.

DETERMINATION OF OPTIMAL GEOMETRICAL PARAMETERS OF THE THREAD GUIDE SPUR OF LIGHT INDUSTRY MACHINERY

KOLISKO M.I, SCHERBAN V.J.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Optimization of geometrical parameters of thread guide spur of machines of light industry.

Methodology. Optimization of geometrical parameters of cylindrical thread guide spur of machines of light and textile industry that is based on complex theoretical researches of cooperation of filaments with directing taking into account wrinkle, inflexibilities on a bend and by nonlinear dependence of coefficient and force of friction, sent to reduction of pull of leading branch of filament that will allow to avoid her precipice and promote the productivity of technological equipment and quality of eventual products.

Findings. Realization of complex theoretical and optimal researches of process of cooperation of the real filaments with the directing and working organs of technological equipment, taking into account multivariable dependence of this process, with the use of modern facilities and devices of registration of initial parameters, active planning of experiment, application software for computer allowed to get the optimal geometrical parameters of thread guide spur of machines of light and textile industry.

Originality. Got equalization for determination of pull of filament taking into account inflexibility on a bend, wrinkle and nonlinear dependence of friction properties.

Practical Value. The parameters of the system of thread guide spurs are optimized, that allowed to bring down a precipice and, as a result, promote the productivity of technological equipment and quality of products that is produced.

Keywords: *thread tension guide surface, an angle of, crumpling, bending stiffness.*

УДК 677.055

ОЛІЙНИК О.Ю., ЗДОРЕНКО В.Г., ППА Б.Ф.

Київський національний університет технологій та дизайну

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ В'ЯЗАННЯ В'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ НА МІЦНІСТЬ ПРЯЖІ

Метою проведених досліджень є підвищення ефективності роботи в'язальних машин шляхом вибору раціональної швидкості в'язання. При вирішенні поставлених задач були використані сучасні методи теоретичних та експериментальних досліджень. В роботі представлено результати експериментальних досліджень впливу швидкості в'язання круглов'язальної машини типу КО на зміну міцності бавовняної пряжі та віскозних ниток. Одержано графіки зміни міцності пряжі та ниток в залежності від швидкості в'язання.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в подальшому розвитку та удосконаленні теорії в'язання та проектування круглов'язальних машин.

Практична значимість роботи полягає в використанні одержаних результатів досліджень при розробці нових високошвидкісних моделей в'язальних машин.

Ключові слова: *в'язальна машина, швидкість в'язання, бавовняна пряжа, віскозна нитка, міцність ниток.*

Вступ. Сучасною тенденцією розвитку трикотажного машинобудування є підвищення швидкості в'язання в'язальних машин, зокрема круглов'язальних [1]. При цьому актуальним залишається питання впливу швидкості в'язання трикотажного полотна на зміну міцності перероблюваної сировини (пряжі та ниток).

Дослідження [1] показують, що на зміну міцності пряжі та ниток, що перероблюються на круглов'язальних машинах, суттєво впливають конструкції робочих органів механізмів в'язання (голки, платини). Однак, важливе питання впливу швидкості в'язання на міцність пряжі та ниток все ще залишається не вивченим. Тому задачею даних досліджень є експериментальні дослідження впливу швидкості в'язання в'язальної машини на зміну міцності пряжі та ниток, що перероблюються на круглов'язальних машинах типу КО.

Постановка завдання. Об'єктом досліджень обрано вплив швидкості в'язання круглов'язальної машини типу КО на зміну міцності бавовняної пряжі та віскозних ниток.