

УДК 677.054.023

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ НИТКОРОЗКЛАДЧИКА ПРИ ПЕРЕМОТУВАННІ ПРЯЖІ

Н.М. ЗАЩЕПКИНА, В.П. МІСЯЦЬ А.В. ТОЛЩІКОВА

Київський національний університет технологій та дизайну

Отримано рівняння регресії, що враховує три чинники і адекватно описує процес намотування пряжі. Показано, що мінімальної величини нерівномірності натягнення нитки в процесі намотування можна досягти рівномірним зсувом ниткорозкладчика в площині його обертання по задалегідь заданому закону

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є технологія формування пакувань хрестового намотування. Предметом дослідження – мотальний механізм з мало інерційною розкладкою нитки. Поставлені в роботі завдання вирішувалися з використанням сучасних теоретичних і експериментальних методів дослідження.

Постановка завдання

Процес перемотування є одним з основних і найбільш відповідальних етапів підготовки пряжі до ткацтва. Так як в ткацтві найбільше розповсюдження отримали пакування хрестового намотування, тому більшість текстильних підприємств України обладнано хрестомотальними машинами і автоматами. Однак, при їх експлуатації приходиться мати справу з рядом проблем. Це низький швидкісний режим перемотування, який фактично складає 10...12 м/с, і недостатньо висока якість пакувань, яка обумовлена наявністю стрічкового і джгутового намотування, нерівномірним розподілом текстильного матеріалу в тілі пакування, заклинюванням і зльотами витків пряжі на великий торець бобіни [1-3].

Результати критичного аналізу сучасного стану технічного і технологічного процесу перемотування показали, що найбільш перспективним відносно реалізації процесу високошвидкісного намотування нитки на пакування є мотальний механізм, заснований на принципі мало інерційної розкладки нитки. Важливим технологічним параметром процесу високошвидкісного перемотування нитки на перспективному мотальному механізмі є параметр «натягнення нитки». Він має прямий і непрямий вплив на багато технологічних параметрів і зокрема на швидкість, якість нитки і структуру формованого пакування. Результати експериментального дослідження дозволили висунути гіпотезу про те, що на перспективному мотальному механізмі натягнення нитки нерівномірне як в процесі розкладки нитки, так і в процесі формування пакування. Особливості конструкції мотального механізму, кінематичних і динамічних умов розкладки нитки, рухи нитки по ниткотракті заправної лінії створюють різні умови для натягнення нитки. Збільшення швидкості процесу перемотування підсилить вплив цих факторів на нерівномірність натягнення нитки [1].

Результати та їх обговорення

Основною гіпотезою дослідження є така, що різниця кутів перегину ($\Delta\gamma$) у вічку ниткорозкладчика впливає на щільність намотування і обривність нитки при перемотуванні, кутом ($\Delta\gamma$) можна керувати за допомогою конструктивно-заправних параметрів мотального механізму: міжосьова відстань A від осі обертання пакування до площини обертання ниткорозкладчика; величина зсуву b ниткорозкладчика по відношенню до центру обертання; радіус формованого пакування окремо або їх сполучення, щоб знизити обривність при перемотуванні.

Технологічна схема заправки мотального механізму, заснованого на принципі малоінерційної розкладки нитки [1,3]. Натягнення нитки визначається кутом $\Delta\gamma$; перегину нитки в вічку ниткорозкладчика, тертям нитки об поверхню вічка ниткорозкладчика і довгою вільної ділянки нитки від точки розкладки до точки намотування.

Приймаємо, що для заданої конструктивно-заправної лінії швидкість, коефіцієнти тертя нитки об матеріал, з якого виготовлені напрямні, заправна відстань від живлячого пакування до вічка балоногасника, натягнення в натяжному приладі, натягнення, що створюється при обгинанні ниткою ниткопровідної вирви, є постійними величинами. Істотний вплив на натягнення нитки надає лише кут γ перегину нитки в вічку ниткорозкладчика, який змінюється залежно від положення ниткорозкладчика в процесі розкладки нитки. Проаналізувавши вище зазначене, можна зробити попереднє припущення, що для даної заправки і для даної нитки її натягнення коливається лише на п'ятій ділянці заправки нитки, який назвемо ділянкою розкладки.

При вивченні процесу перемотування нитки була розглянута наукова інформація, що є до теперішнього часу, по перемотуванню нитки на мотальному механізмі, що забезпечує малоінерційну розкладку і відповідно до неї, вибрано вісім факторів ($k = 8$), які необхідне проаналізувати з урахуванням визначення ступеня їх впливу на натягнення нитки і його нерівномірність при перемотуванні. До даних факторів були віднесені: X_1 - кут перегину нитки в вічку ниткорозкладчика; X_2 - співвідношення швидкостей обертання ниткорозкладчика і поверхні намотування; X_3 - сила опору повітря; X_4 - лінійна швидкість перемотування нитки; X_5 - коефіцієнт тертя нитки об вічок ниткорозкладчика; X_6 - профіль криволінійної поверхні вічка ниткорозкладчика; X_7 - структура нитки; X_8 - волокнистий склад нитки. В результаті аналізу було відібрано чотири найбільш значущих чинника: X_1 - кут перегину нитки в вічку ниткорозкладчика; X_4 - лінійна швидкість перемотування; X_2 - співвідношення швидкостей обертання ниткорозкладчика і поверхні намотування; X_5 - коефіцієнт тертя нитки об вічок ниткорозкладчика. Тільки фактори X_1, X_2, X_4 є керованими і не залежними один від одного [1].

Аналіз вибраних факторів показав, що всі вони мають вплив на натягнення нитки, але його нерівномірності більшою мірою сприяє перший чинник - кут перегину нитки в вічку ниткорозкладчика. Дійсно, при заданій швидкості руху нитки, конструкції і матеріалі нитепроводящих органів заправної лінії залежно від положення вічка ниткорозкладчика в просторі по відношенню до формованого пакування .буде мінятися кут перегину нитки в вічку ниткорозкладчика, а отже, і натягнення нитки.

Виходячи з цього, були визначені подальші задачі досліджень: 1 - визначити кут перегину нитки у вічку ниткорозкладчика; 2 - визначити причини зміни кута перегину нитки у вічку ниткорозкладчика при формуванні пакування і можливість його регулювання; 3 - визначити фактичне значення нерівномірності натягнення нитки при її намотуванні на пакування на мотальному механізмі що забезпечує малоінерційну розкладку нитки; 4 - провести нормалізацію процесу намотування нитки на пакування з метою мінімізації нерівномірності натягнення перемотуваної нитки.

Попереднє графічне дослідження планів положень механізму розкладки показало, що кут перегину нитки в вічку ниткорозкладчика міняється залежно від радіусу R обертання ниткорозкладчика; положення в просторі площини обертання ниткорозкладчика по відношенню до осі обертання пакування (заправний параметр A); положення центру обертання ниткорозкладчика в площині по відношенню до центру обертання пакування (заправний параметр b) [1]. Положення ниткорозкладчика

в циклі розкладки, визначається одним обертом ниткорозкладчика та радіусом ρ формованого пакування.

Перші три фактори є незалежними від часу формування пакування і відносяться до заправних параметрів мотального механізму. З їх зміною пов'язана зміна просторового положення ниткорозкладчика по відношенню до формованого пакування і, як наслідок, зміна кута перегину нитки в вічку ниткорозкладчика. Для визначення кута перегину нитки в вічку ниткорозкладчика приймемо радіус R обертання ниткорозкладчика постійним, а параметри A і b мінятимемо в діапазоні, визначеними конструктивними можливостями експериментальної установки мотального механізму.

Два подальших чинника змінюються в часі. Тому змінюється також прийнятий як предмет дослідження параметр «нерівномірність натягнення» нитки. Надзвичайна складність визначення величини технологічного параметра «нерівномірність натягнення» нитки в процесі її перемотування на даному мотальному механізмі пов'язана з різноманітним взаємним впливом відмічених вище параметрів. Тому приймемо величини R , A і b сталими. Спочатку визначимо умову, при якій нерівномірність натягнення нитки в процесі формування пакування буде мінімальною.

Незалежно від положення ниткорозкладчика в просторі і радіусу формованого пакування в кожному циклі розкладки кут перегину нитки в вічку ниткорозкладчика мінятиметься від мінімального значення в його задньому положенні до максимального значення в його передньому положенні. За критичне значення кута перегину нитки в вічку ниткорозкладчика приймемо заднє положення ниткорозкладчика, при якому натягнення нитки, згідно формулі Ейлера, приймає максимальне значення. Умова вирівнювання натягнення в циклі розкладки відповідає умові, яка визначається наступним виразом:

$$\Delta y = \gamma_{\max} - \gamma_{\min} \Rightarrow 0 \quad (1)$$

Для вирівнювання натягнення нитки в процесі її перемотування на мотальному механізмі з малоінерційною розкладкою умова (1) повинна дотримуватися при будь-якому радіусі ρ формованого пакування і при будь-якому положенні ниткорозкладчика по відношенню до формованого пакування, визначуваному абсцисою точки розкладки. У зв'язку з цим область дослідження, вибраного як предмет дослідження параметра «нерівномірність натягнення» нитки, повинна бути обмежена розміром ρ формованого пакування, який змінюється від мінімального до максимального значення, які визначаються згідно вимогам виробництва, і параметрами A і b зміна яких від A_{\min} до A_{\max} і від b_{\min} до b_{\max} , визначені конструктивними можливостями мотального механізму.

Виходячи з графоаналітичного аналізу впливу конструктивно-заправних параметрів мотального механізму на величину кута перегину нитки в вічку ниткорозкладчика, зроблено висновок про те, що одним з шляхів вирівнювання натягнення нитки в процесі формування пакування є збільшення міжосьової відстані A від вісі обертання до площини обертання ниткорозкладчика. При цьому різниця кутів перегину нитки в вічку ниткорозкладчика і нерівномірність натягнення нитки, зменшуватимуться.

Після проведення докладного графічного дослідження положень точки розкладки в просторі і визначення рівнянь для розрахунку кута перегину нитки в вічку ниткорозкладчика для характерних положень ниткорозкладчика зроблено розрахунок величини (Δy_i): міжосьова відстань A від осі обертання пакування до площини обертання ниткорозкладчика змінюється від 0,05 до 0,50 м з кроком $h_A=0,05$ м; величина зсуву b ниткорозкладчика по відношенню до центру обертання пакування

змінюється від 0 до 0,15 м з кроком $h_b = 0,0125$ м; радіус ρ формованого пакування змінюється від 0,05 м до 0,25 м з кроком $h_p = 0,05$ м, що підтвердило попередні дослідження [1].

За наслідками теоретичного визначення величини $(\Delta\gamma_i)$ проведемо аналіз впливу величини міжосьової відстані A на різницю $(\Delta\gamma_i)$ кутів перегину нитки у вічку ниткорозкладчика $(\Delta\gamma_i) = f(A)$.

Для кожного конкретного випадку зміни функції $(\Delta\gamma_i) = f(A)$ отримані математичні залежності, що має вид логарифмічної функції загального вигляду $(\Delta\gamma_i) = a \cdot \ln(A) - c$. За допомогою математичного апарату була виведена залежність $(\Delta\gamma_i) = f(A, b)$.

Були отримані графіки залежностей $(\Delta\gamma_i) = f(A, b)$, що мають вид функції загального вигляду $(\Delta\gamma_i) = (-a \cdot b + d) \cdot \ln(A) - c$. Аналогічно за допомогою математичного апарату була виведена залежність $(\Delta\gamma_i) = f(A, b, \rho)$. З приведенного математичного аналізу була отримана функція трьох змінних:

$$(\Delta\gamma_i) = f(A, b, \rho) = (29709D^2 - 4839,8D146,92)b + (-4622D^2 986,07D32,778)\ln A - (-703,14D^2 + 180,6D - 12,58)$$

За допомогою РС отримані графіки залежності $(\Delta\gamma_i) = f(b)$, приведені на рис. 1-3.

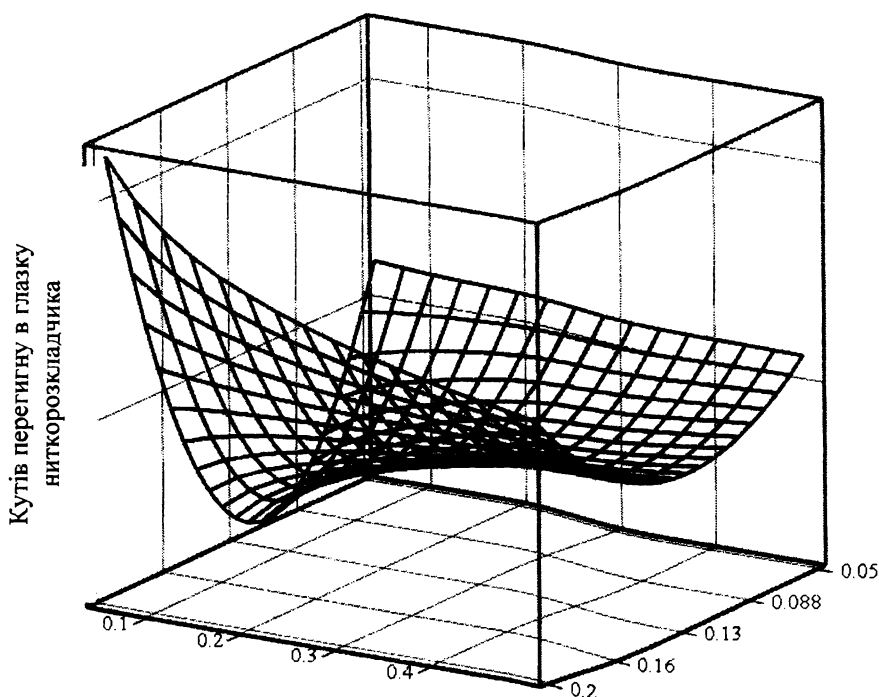


Рис.1. Графік залежності $(\Delta\gamma_i) = f(b)$ при $A = 0.5$; $\rho = 0.025$

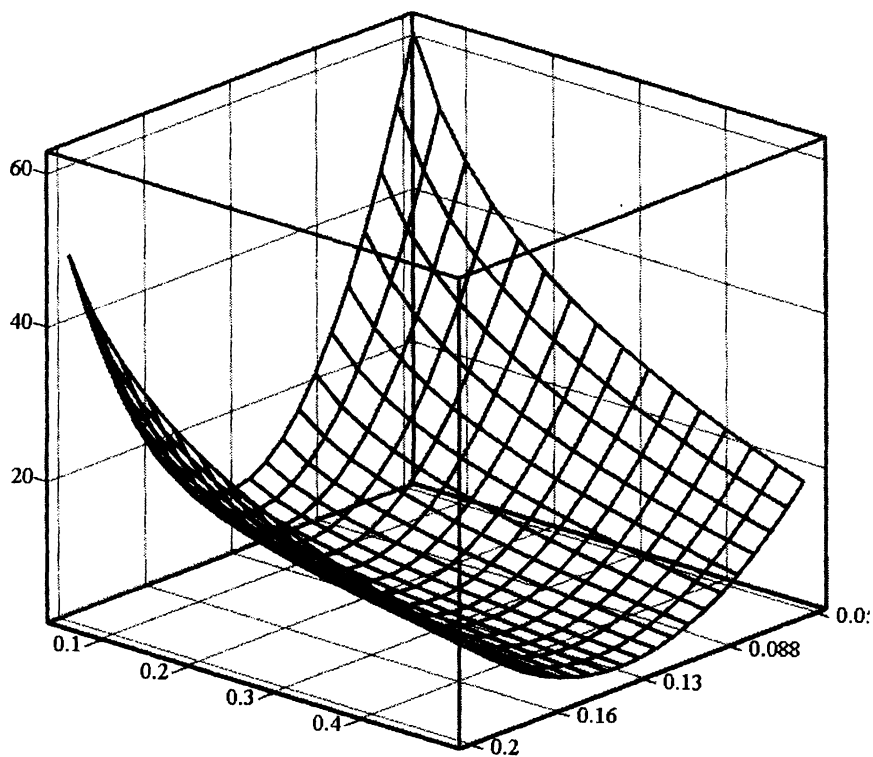


Рис.2. Графік залежності $(\Delta\gamma_i) = f(b)$ при $A=0.5$; $\rho=0.075$

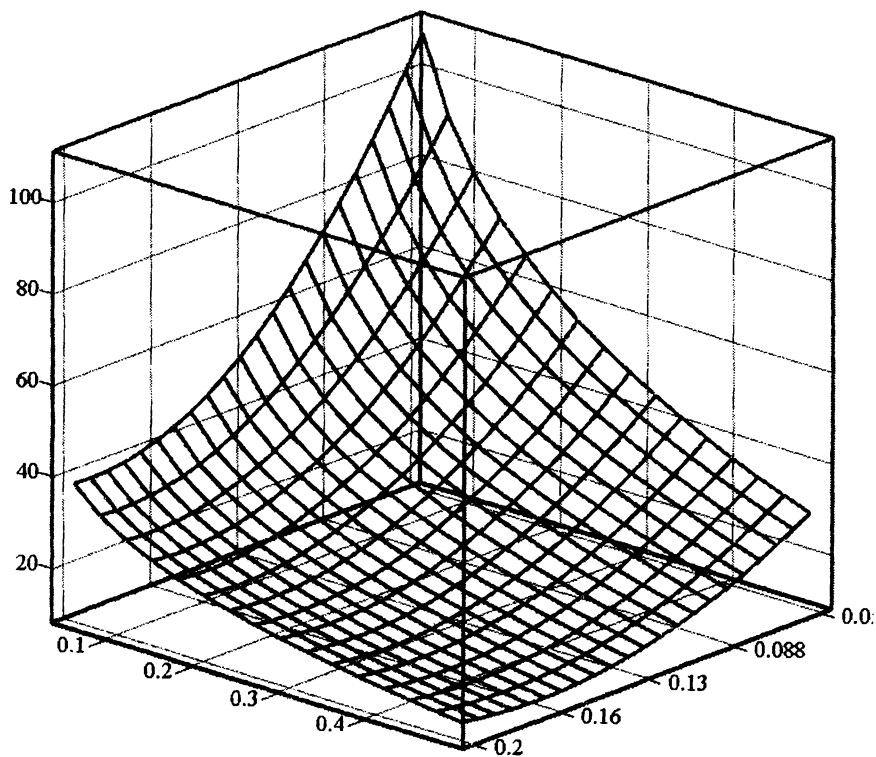


Рис.3. Графік залежності $(\Delta\gamma_i) = f(b)$ при $A=0.5$; $\rho=0.125$

З графіків залежностей $(\Delta\gamma_i) = f(b)$ представлених на рис.1-3 видно, що величина зсуву ниткорозкладчика в процесі формування пакування може грати як позитивну, так і негативну роль в зміні величини, збільшуючи або зменшуючи нерівномірність натягнення нитки в процесі формування пакування.

У кожному окремому випадку формування пакування є своя точка оптимуму, в якій величина $(\Delta\gamma_i)$ різниці кутів перегину нитки мінімальна.

Практично у всіх розглянутих випадках вона знаходиться в області, в якій величина зсуву b ниткорозкладчика дорівнює радіусу ρ формованого пакування.

Так наприклад, при мінімально необхідній міжосьовій відстані $A = 0,5$ м, яке задається максимальним розміром пакування, необхідно на початку формування пакування величину зсуву b ниткорозкладчика встановити в діапазоні $0 \dots 0,02$ м (рис. 1). При цьому різниця кутів перегину нитки в вічку ниткорозкладчика складе 5° .

При збільшенні ρ до значення рівного, наприклад, $\rho = 0,075$ м, для збереження такої ж величини нерівномірності натягнення нитки, необхідно рівномірно і плавно збільшувати величину зсуву b до значення $0,075$ м (рис..2).

Нарешті при формуванні пакування з максимальним радіусом $\rho = 0,125$ м величина зсуву b , необхідна для збереження колишнього рівня нерівномірності натягнення нитки, повинна складати $0,12$ м (рис.3).

Висновки

Таким чином, встановлено, що мінімальної величини нерівномірності натягнення нитки в процесі формування пакування (або мінімальної величини різниці кутів перегину нитки в вічку ниткорозкладчика) можна досягти рівномірним зсувом ниткорозкладчика в площині його обертання по деякому заздалегідь заданому закону $b = f(\rho)$, який залежить від форми отриманого пакування і технологічного режиму його формування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Домбровський О.Г. Совершенствование технологии высокоскоростного наматывания нити на паковку : Дис... канд. техн. наук: 05.19.03 / Херсонский гос. технический ун-т. – Херсон, 2003. – 145с.
2. Минаков А.П. Основы теории наматывания и сматывания нити // Текстильная пром - сть. – 1944. - № 11, – С. 10 – 18.
3. Прохорова І.А., Жук О.В. Визначення висоти розкладки нитки на пакуванні. // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – Київ: КНУТД. – 2007. – № 1. – С.98-101.

Надійшла 01.09.2010