

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАТЯГУ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОГО ПОЛОТНА ПРИ НАКАТУВАННІ В РУЛОН

Ефективність роботи в'язальних машин в значній мірі залежить від процесу накатування полотна в рулон. При цьому якість полотна в значній мірі залежить від сили його натягу. Враховуючи це, стаття присвячена експериментальним дослідженням натягу в'язального полотна при накатуванні його в рулон. Запропонована методика експериментального дослідження зусилля натягу полотна в зоні накатування. Одержано рівняння регресії, що дозволяє оперативно знайти величину натягу полотна в залежності від основних параметрів процесу накатування (зміна діаметру рулону полотна, натяг полотна по його ширині, швидкість накатування полотна). Результати досліджень можуть бути використані для досліджень процесу накатування в рулон як в'язального, так і текстильного полотна.

Ключові слова: в'язальна машина, в'язальне полотно, рулон полотна, накатування полотна в рулон, натяг полотна.

V.V. CHABAN, B.F. PIPA

Kyiv National University of Technologies and Design

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF PULL OF KNITTING LINEN AT A ROLLING-UP IN THE ROLL

Efficiency of work of knittings machines largely depends on the process of rolling-up of linen in a roll. Thus on quality of linen force of his pull influences substantially. Taking into account it, the article is sanctified to experimental researches of pull of knitting linen at the rolling-up of him in a roll. Methodology of experimental research of force of pull of linen is offered in the area of rolling-up. Equalization of regression, allowing operatively to find the size of pull of linen depending on the basic parameters of process of rolling-up (change of diameter of roll of linen, pull of linen on his width, speed of rolling-up of linen), is got. The results of researches can be drawn on for researches of process of rolling-up in the roll of both knitting and textile linen.

Keywords: knitting machine, knitting linen, roll of linen, rolling-up of linen in a roll, pull of linen.

Одним із факторів підвищення ефективності роботи механізмів накатування полотна і круглов'язальних машин в цілому є вирішення проблеми оперативної оцінки величини натягу полотна в зоні накатування його в рулон [1, 2]. Для розв'язання цієї проблеми важливим є проведення експериментальних досліджень процесу накатування полотна. Однак відсутність рекомендацій по вибору раціональних параметрів накатування полотна в рулон стримує вирішення цієї задачі.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом досліджень обрано розробку методу експериментального дослідження натягу круглов'язального полотна при накатуванні в рулон та вибору раціональних параметрів, здатних підвищити якість полотна. При вирішенні поставлених задач були використані сучасні методи експериментальних досліджень та теорії проектування в'язальних машин.

Постановка завдання

Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин (підвищення якості трикотажного полотна) шляхом удосконалення процесу накатування полотна, стаття присвячена експериментальним дослідженням натягу круглов'язального полотна при накатуванні в рулон.

Результати та їх обговорення

В якості об'єкту досліджень обрано зусилля натягу круглов'язального полотна шириною 650 мм, одержаного на круглов'язальній машині МС-5 з діаметром голкового циліндру 500 мм, при накатуванні його в рулон. При цьому круглов'язальна машина була обладнана спеціальними пристроями, необхідними для проведення експериментальних досліджень. Схема установки для проведення експериментальних досліджень представлена на рис. 1.

До складу установки входять пристрій для замірів зусилля натягу полотна в зоні накатування в рулон, що містить нерухому направляючу 1 з призматичною шпонкою та втулку 2 з вимірювальною балочкою 3 з тензодатчиками 4, встановлену на направляючій 1 з можливістю осьового переміщення. До складу пристрою входять також валик 5, встановлений в опорах з можливістю обертання, струмоз'ємний вузол, що містить корпус 6 з підшипниками кочення 7, встановленими на осі 8, на

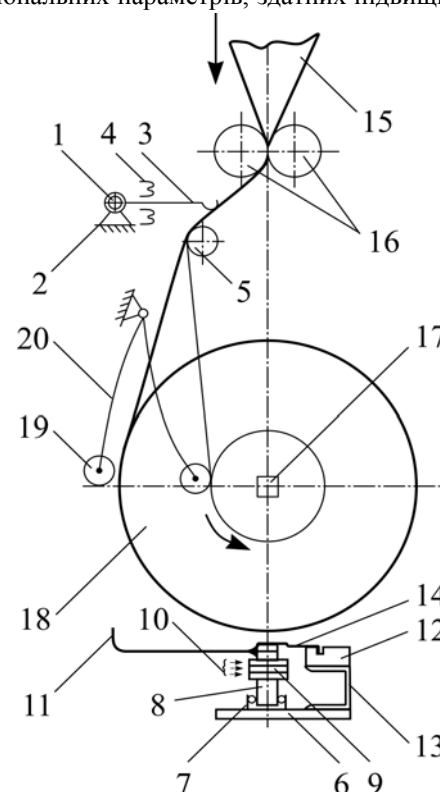


Рис. 1. Схема установки для проведення експериментальних досліджень

якій жорстко закріплена текстолитова втулка з трьома мідними кільцями 9. Навколо кілець 9 розташовані струмоз'ємники 10. З віссю 8 та рамою механізму накатування полотна жорстко з'єднане водило 11. Пристрій для реєстрації частоти обертання механізму накатування полотна містить концевий безконтактний вимикач 12, жорстко з'єднаний з корпусом 6 за допомогою кронштейна 13, та сталеву пластину 14, жорстко з'єднану з віссю 8.

Принцип роботи експериментальної установки наступний. При вмиканні круглов'язальної машини полотно 15 відтягується із зони в'язання відтяжними валиками 16, огинає валик 5 і накатується на товарний валик 17, утворюючи рулон 18. До полотна 15 притискується вимірювальна балочка 3 з тензодатчиками 4. При деформації вимірювальної балочки 3 сигнал тензодатчиків, зумовлений натягом полотна (деформацією балочки), за допомогою струмоз'ємників 10 та екранованих дротів (використовуються для запобігання похибок результатів вимірів) поступає до вимірювальної та реєструючої апаратури (рис. 2).

В якості перетворювачів деформації в електричний сигнал, використовувались дратяні тензодатчики 2 (рис. 2) з базою 20 мм КФ 5 ПІ-20-200А, підключені до мостової вимірювальної схеми 3, що забезпечує максимальну чутливість та лінійність вихідних параметрів. Сигнал з датчиків 2 поступає на вимірювальну плату WAD-AIK-BUS 4 через екранований дріт, що значно знижує рівень перешкод, де сигнал підсилюється, перетворюється в цифрову форму та через USB інтерфейс надходить на обчислювальну мережу (персональний комп'ютер) 5, де відбувається збір показань датчиків та остаточна обробка отриманих значень. Вимірювальна плата WAD-AIK-BUS підключена до джерела живлення 1.

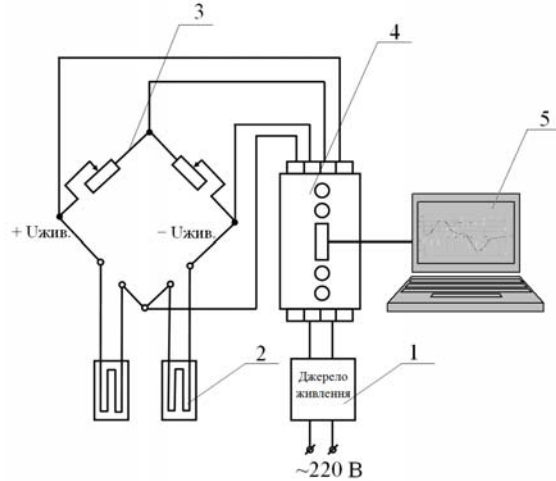


Рис. 2. Схема вимірювальної та реєструючої апаратури експериментальної установки

Експериментальні дослідження проводились з використанням математичних методів планування експерименту [3, 4]. При цьому був вибраний рототабельний план другого порядку, як найбільш ефективний при вирішенні питання впливу багатьох факторів на функцію мети.

Аналіз особливостей круглов'язального полотна, одержаного на круглов'язальних машинах типу КО, та процесу накатування його в рулон [2] дозволяють виділити основні параметри – фактори, що істотно впливають на натяг полотна в зоні накатування в рулон:

X_1 – діаметр рулону полотна (змінюється в процесі накатування) d ;

X_2 – відстань датчика від осі голкового циліндра (середини полотна) l ;

X_3 – лінійна швидкість голкового циліндра (швидкість в'язання полотна) V .

Таким чином нами розв'язується трьохфакторна задача з однією функцією мети Y (зусилля натягу полотна в зоні накатування в рулон F). При цьому необхідна кількість дослідів згідно з рекомендаціями [4] становила $n = 20$.

Кодування факторів здійснювалось по співвідношенню [4]:

$$X_i = \frac{C_i - C_{0i}}{\Delta C_i} , \quad (1)$$

де X_i – кодована величина фактора; C_i – натуральна величина фактора;

C_{0i} – натуральна величина фактора на нульовому рівні; ΔC_i – інтервал варіювання фактора.

При кодуванні факторів, що враховують особливості процесу накатування полотна [2], властивості полотна та технічну характеристику круглов'язальної машини МС-5, приймаємо:

$$C_1 = d = (50 \dots 350) \text{ мм}, \quad \Delta d = 90 \text{ мм};$$

$$C_2 = l = (0 \dots 325) \text{ мм}, \quad \Delta l = 97,5 \text{ мм};$$

$$C_3 = V = (0,45 \dots 0,9) \text{ м/с}, \quad \Delta V = 0,135 \text{ м/с}.$$

Зв'язок між кодованими та натуральними величинами факторів (див. табл. 1) буде наступним:

$$X_1 = \frac{d - 200}{90} ; \quad X_2 = \frac{l - 162,5}{97,5} ; \quad X_3 = \frac{V - 0,675}{0,135} . \quad (2)$$

Використовуючи результати табл. 1 та рекомендації [4], побудована робоча матриця та матриця планування експерименту (табл. 2).

При цьому рівні варіювання діаметра рулону полотна d (X_1) та відстань датчика від осі голкового циліндра l (X_2) забезпечувались метричними вимірами. Рівні варіювання зміни лінійної швидкості голкового циліндра V (X_3) забезпечувались можливостями конструкції експериментальної установки (рис. 1).

Таблиця 1

Рівні та інтервали варіювання факторів

Фактор	Рівні варіювання факторів					Інтервал варіювання фактора
	-1,682	-1	0	+1	+1,682	
Діаметр рулону полотна d , мм (X_1)	50	110	200	290	350	90
Відстань датчика від осі голкового циліндра l , мм (X_2)	0	65	162,5	260	325	97,5
Лінійна швидкість голкового циліндра V , м/с (X_3)	0,45	0,54	0,675	0,81	0,9	0,135

Таблиця 2

Робоча матриця та матриця планування експерименту

№ досліджу	Робоча матриця (параметри)			Матриця планування		
	d , мм	l , мм	V , м/с	X_1	X_2	X_3
1	290	260	0,81	+	+	+
2	290	260	0,54	+	+	-
3	290	65	0,81	+	-	+
4	290	65	0,54	+	-	-
5	110	260	0,81	-	+	+
6	110	260	0,54	-	+	-
7	110	65	0,81	-	-	+
8	110	65	0,54	-	-	-
9	50	162,5	0,675	-1,682	0	0
10	350	162,5	0,675	+1,682	0	0
11	200	0	0,675	0	-1,682	0
12	200	325	0,675	0	+1,682	0
13	200	162,5	0,45	0	0	-1,682
14	200	162,5	0,9	0	0	+1,682
15	200	162,5	0,675	0	0	0
16	200	162,5	0,675	0	0	0
17	200	162,5	0,675	0	0	0
18	200	162,5	0,675	0	0	0
19	200	162,5	0,675	0	0	0
20	200	162,5	0,675	0	0	0

Результати експериментальних досліджень натягу круглов'язального полотна в зоні накатування в рулон (середня величина), оброблені з урахуванням вимог [5], представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати експериментальних досліджень натягу круглов'язального полотна в зоні накатування в рулон (середня величина)

№ досліджу	Натяг круглов'язального полотна в зоні накатування в рулон F , сН	№ досліджу	Натяг круглов'язального полотна в зоні накатування в рулон F , сН
1	50,70	11	72,10
2	50,82	12	46,34
3	60,24	13	70,22
4	58,74	14	71,66
5	75,70	15	68,16
6	73,82	16	68,16
7	87,44	17	68,16
8	86,30	18	68,16
9	93,82	19	68,16
10	50,66	20	68,16

Рівняння регресії для визначення зусилля натягу полотна в зоні накатування в рулон (функція мети Y) в кодованих значеннях факторів доцільно представити у вигляді [4]:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_{12} X_1 X_2 + B_{13} X_1 X_3 + B_{23} X_2 X_3 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{33} X_3^2 \quad (3)$$

де B_0 – вільний член рівняння регресії;

$B_1, B_2, B_3, B_{12}, B_{13}, B_{23}, B_{11}, B_{22}, B_{33}$ – коефіцієнти рівняння регресії.

Використовуючи відповідну програму та вихідні дані (табл. 3), отримано наступні значення коефіцієнтів рівняння регресії $Y(F_p)$:

$$B_0 = 68,49; B_1 = -12,83; B_2 = -6,22; B_3 = 0,50; B_{12} = 0,84; B_{13} = -0,20; B_{23} = -0,11; \\ B_{11} = 1,41; B_{22} = -3,18; B_{33} = 0,96.$$

Розрахунки підтвердили адекватність прийнятої моделі експерименту.

Незначущими з довірчою імовірністю 0,95 є коефіцієнти B_3, B_{12}, B_{13} та B_{23} .

Отже, для нашого випадку рівняння регресії приймає вид:

$$Y = 68,49 - 12,83X_1 - 6,22X_2 + 1,41X_1^2 - 3,18X_2^2 + 0,96X_3^2. \quad (4)$$

Використовуючи залежності (2), виконаємо перехід у рівнянні (4) до натуральних значень факторів. Тоді остаточно одержимо:

$$F = 0,17 \cdot 10^{-3} d^2 - 0,21d - 0,33 \cdot 10^{-3} l^2 + 0,04l + 52,42V^2 - 70,76V + 129,41. \quad (5)$$

Одержане рівняння регресії (5) дозволяє знайти зусилля натягу полотна в зоні його накатування в рулон, що діє на вимірювальну балочку 3 (рис. 1), в залежності від параметрів d, l, V . Це зусилля можна розглядати як рівномірно розподілене навантаження на ділянку полотна шириною b , що дорівнює ширині вимірювальної балочки. На практиці в багатьох випадках необхідно знати сумарне зусилля натягу полотна в зоні накатування його в рулон, наприклад при знаходженні потужності механізму накатування полотна.

В цьому випадку сумарне зусилля знаходиться із умови:

$$F_n = F \cdot \frac{B}{b}, \quad (6)$$

де b – ширина вимірювальної балочки;

B – ширина здвоєного круглов'язального полотна (ширина рулону).

Для нашого випадку ($b = 20$ мм; $B = 650$ мм): $F_n = 32,5 F$.

Висновки

Аналізуючи результати досліджень, приходимо до висновку, що запропонована методика проведення експериментальних досліджень натягу круглов'язального полотна при накатуванні його в рулон дає можливість оперативно та достовірно оцінити ефективність основних параметрів процесу (зміна діаметру рулону полотна, натяг полотна по його ширині, швидкість накатування полотна) на зусилля натягу полотна в зоні накатування в рулон.

Результати досліджень можуть бути використані для досліджень процесу накатування полотна в рулон будь якої в'язальної машини.

Література

1. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. - М.: Легпромбытиздат, 1990. - 209 с.
2. Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Олійник О.Ю. Механізми відтяжки та накатування полотна круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2009. – 234 с.
3. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение к исследованиям в текстильной промышленности. М: Легкая индустрия, 1964. – 319 с.
4. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. М.: Легкая индустрия, 1974. – 260 с.
5. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. - М.: Наука, 1970. - 104 с.

References

1. Khomiak O.N., Pipa B.F. Povysheniye effektivnosti raboty v'iazalnykh mashyn. - M.: Lehprombytyzdat, 1990. - 209 s.
2. Pipa B.F., Khomiak O.M., Oliinyk O.Yu. Mekhanizmy vidtyazhky ta nakatuvannia polotna kruhloviazalnykh mashyn. – K: KNUTD, 2009. – 234 s.
3. Vynogradov Yu.S. Matematycheskaia statystyka y ee prymereneniye k yssledovanyiam v tekstylnoi promyshlennosti. M: Lehkaia yndustryia, 1964. – 319 s.
4. Tykhomyrov V.B. Planirovaniye y analiz eksperymenta. M.: Lehkaia yndustryia, 1974. – 260 s.
5. Kassandrova O.N., Lebedev V.V. Obrabotka rezul'tatov nabliudeniya. - M.: Nauka, 1970. - 104 s.

Рецензія/Peer review : 2.4.2014 р. Надрукована/Printed : 17.5.2014 р.
Рецензент: Зенкін А.С., д.т.н., проф., завідувач кафедри МСС КНУТД