

УДК 677.055

В.Г. ЗДОРЕНКО, О.Ю. ОЛІЙНИК, Б.Ф. ПІПА
Київський національний університет технологій та дизайну

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕРТЯ КОЧЕННЯ ПАРИ НАКАТНИЙ ВАЛИК - РУЛОН НА ПРОЦЕС НАКАТУВАННЯ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОГО ПОЛОТНА

У статті представлено результати досліджень впливу тертя кочення пари накатний валик – рулон на процес накатування круглого в'язального полотна з метою розробки рекомендацій по удосконаленню механізмів накатування полотна в рулони. Встановлено, що коефіцієнт тертя кочення накатного валика по полотну при накатуванні рулону змінюється в залежності від діаметру рулону, і для забезпечення стабільності зусилля накатування полотна в рулон необхідно дотримуватись постійності коефіцієнта зчеплення накатного валика з рулоном. Встановлено, що з метою зниження впливу коефіцієнту тертя кочення на стабільність зусилля накатування полотна необхідно збільшувати коефіцієнт тертя ковзання накатного валика по полотну, наприклад, шляхом збільшення шорсткості поверхні накатного валика (нанесення рифлів та ін.). Результати досліджень можуть бути використані при розробці та удосконаленні механізмів накатування полотна як в'язальних машин, так і текстильного обладнання.

Ключові слова: в'язальна машина, накатний валик, рулон полотна, коефіцієнт тертя кочення, коефіцієнт зчеплення накатного валика з рулоном.

W.G. SDORENKO, O.Y. OLINIK, B.F. PIPA
Kyiv National University of Technologies and Design

THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF FRICTION OF WOOLING OF PAIR ROLLER-ROLL ON PROCESS OF ROLLING-UP OF KNITTING LINEN

Abstract

In the article the results of researches of influence of friction of woobling of pair are presented roller-roll on the process of rolling-up of round knitting linen with the purpose of development of recommendations on the improvement of mechanisms of rolling-up of linen in rolls. It is set that the coefficient of friction of woobling of roller on linen at the rolling-up of roll changes depending on the diameter of roll and for providing of stability of effort of rolling-up of linen in a roll it is necessary to adhere to constancy of coefficient of rolling friction of roller with a roll. It is set that with the purpose of decline of influence of coefficient of friction of woobling on stability of effort of rolling-up of linen it is necessary to increase the coefficient of friction of sliding of roller on linen, for example, by the increase of roughness of surface of roller (causing рифлєу of and other). The results of researches can be drawn on at development and improvement of mechanisms of rolling-up of linen of both knittings machines and textile equipment.

Keywords: knitting machine, roller, roll of linen, coefficient of friction of woobling, coefficient of rolling friction of roller with a roll.

Постановка проблеми

Ефективність роботи в'язальних машин, у тому числі і круглов'язальних, залежить від досконалості їх механізмів, зокрема механізму накатування полотна в рулони. Тому в останній час все більше уваги приділяється їх удосконаленню [1]. При цьому перспективним напрямком є створення таких механізмів накатування полотна, в яких зусилля накатування створюється за рахунок сили тертя, зумовленої притиском пари накатний валик-рулон полотна [2, 3].

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом досліджень обрано тертя кочення пари накатний валик-рулон полотна та його вплив на стабільність зусилля накатування. При вирішенні задач, поставлених у даній роботі, були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії опору матеріалів, пружності та теорії проектування в'язальних машин.

Формулювання мети дослідження

Враховуючи доцільність підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин шляхом удосконаленню механізмів накатування полотна, стаття присвячена аналізу впливу тертя кочення пари накатний валик-рулон полотна на стабільність процесу накатування та розробці рекомендацій щодо удосконалення механізмів накатування в'язальних машин.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для забезпечення надійної роботи механізму накатування полотна при дотриманні постійної величини зусилля накатування полотна необхідно оцінити вплив тертя кочення пари накатний валик-рулон полотна на коефіцієнт їх зчеплення та звести його до мінімуму.

Із умови рівноваги рулону полотна у процесі його накатування (рис. 1) маємо:

$$F_H = F_{зч} = \frac{2T_H}{d_2}, \quad (1)$$

де F_H – зусилля накатування полотна;

$F_{зч}$ – сила зчеплення накатного валика з рулоном;

T_H – момент сили накатування полотна;

d_2 – діаметр рулону полотна.

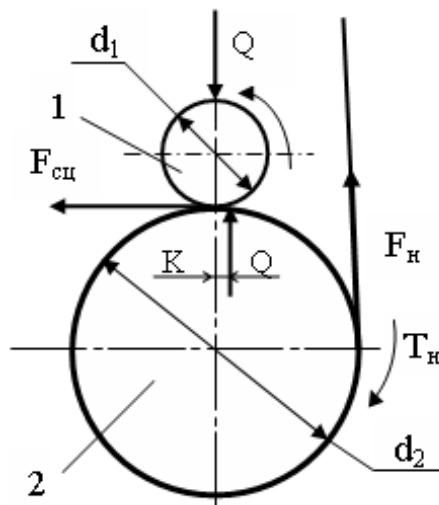


Рис. 1. Схема взаємодії накатного валика (1) з рулоном полотна (2)

Очевидно:
$$T_H = T_1 + T_2, \quad (2)$$

де T_1 – момент сили тертя ковзання накатного валика по полотну.

$$T_1 = \frac{F_{mp} d_2}{2} = \frac{Q f d_2}{2}, \quad (3)$$

де F_{mp} – сила тертя ковзання накатного валика по полотну;

Q – сила нормального тиску в зоні взаємодії накатного валика з рулоном полотна;

f – коефіцієнт тертя ковзання накатного валика по полотну;

T_2 – момент сил тертя кочення пари накатний валик-рулон, $T_2 = Qk$; (4)

k – коефіцієнт тертя кочення накатного валика по рулону.

Підставивши вирази (3), (4) в (2), маємо:

$$T_H = 0,5Q \left(f d_2 + 2k \right). \quad (5)$$

Використовуючи одержану залежність (5), із рівняння (1) знаходимо зусилля накатування полотна:

$$F_H = Q \left(f + \frac{2k}{d_2} \right). \quad (6)$$

Очевидно:
$$F_H = F_{зч} = Qf_{зч}, \quad (7)$$

де $f_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення накатного валика з рулоном полотна.
Тоді, порівнюючи (6), (7), одержуємо:

$$f_{зч} = f + \frac{2k}{d_2}. \quad (8)$$

Коефіцієнт тертя кочення знаходиться із умови: $k = \lambda b$, (9)
де λ – коефіцієнт, що залежить від пружних властивостей матеріалів пари накатний валик-полотно;
 b – ширина контактної площадки в зоні притиску накатного валика до рулону полотна.
Згідно з [4]:

$$b = 2,15 \sqrt{\frac{Q(E_1 + E_2)}{E_1 E_2 l} \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}}, \quad (10)$$

де E_1, E_2 – модулі пружності матеріалу накатного валика та круглов'язального полотна відповідно;
 l – довжина зони взаємодії накатного валика з рулоном полотна (ширина рулону);
 r_1, r_2 – радіуси накатного валика та рулону полотна відповідно.

Проаналізуємо вплив тертя кочення пари накатний валик-рулон полотна на коефіцієнт їх зчеплення на прикладі круглов'язальної машини типу КО, для якої робочими параметрами є [5]: діаметр голкового циліндру 450 мм; заправка – бавовняна пряжа 15,4текс х1х2; переплетення полотна – кулірна гладь; щільність полотна (на 100 мм) по вертикалі $P_g = 130$, по горизонталі $P_z = 100$; ширина рулону полотна $l = 610$ мм; діаметр рулону у процесі накатування $d_2 = 60...500$ мм; діаметр накатного валика $d_1 = 50$ мм; сила нормального тиску в зоні взаємодії накатного валика з рулоном полотна $Q = 150$ Н.

Оскільки в довідникових джерелах відсутні дані про модуль пружності досліджуваного круглов'язального полотна E_2 , він знаходився нами по відомій методиці [4] з використанням спеціального розробленого приладу на базі індикатора типу КИ.

Вважаючи, що в зоні взаємодії накатного валика з рулоном діють пружні деформації, маємо:

$$E_2 = \frac{F\delta}{A\Delta}, \quad (11)$$

де F – сила стиску полотна, створювана приладом, $F = 5$ Н;
 δ – товщина здвоєного полотна;
 A – площа зони стиску полотна у приладі, $A = 176,625$ мм²;
 Δ – деформація полотна в зоні стиску.

Результати вимірів товщини здвоєного полотна та деформації полотна, оброблені у відповідності з методикою [6], наступні:

$$\delta = 28 \pm 0,017 \text{ мм}; \quad \Delta = 0,126 \pm 0,012 \text{ мм}.$$

Підставивши одержані результати в рівняння (11), одержуємо:

$$E_2 = \frac{5 \cdot 1,28}{176,625 \cdot 0,126} = 0,2875 \text{ МПа}.$$

Прийнявши $E_1 = 2,15 \cdot 10^5$ МПа і $\lambda = 0,25$ (накатний валик сталевий) [4], використовуючи залежності (9), (10), знаходимо коефіцієнти тертя кочення k , коефіцієнт впливу тертя кочення на

коефіцієнт зчеплення накатного валика з рулоном полотна $f_{зч}$ та коефіцієнт β впливу тертя кочення на зусилля накатування полотна в рулон ($\beta = f_{зч} / f$). Результати представлені в табл. 1 і на рис. 2.

Таблиця 1

Результати досліджень впливу тертя кочення на процес накатування рулону полотна

Діаметр рулону полотна r_2 , мм	Ширина контактної площадки в зоні притиску накатного валика до рулону b , мм	Коефіцієнт тертя кочення накатного валика по рулону k , мм	Коефіцієнт зчеплення накатного валика з рулоном полотна $f_{зч}$	Коефіцієнт впливу тертя кочення на зусилля накатування рулону полотна β
50	7,03	1,75	0,270	1,350
100	8,10	2,02	0,240	1,200
150	8,60	2,15	0,228	1,140
200	8,88	2,22	0,222	1,110
250	9,07	2,27	0,218	1,090
300	9,20	2,30	0,215	1,075
350	9,29	2,32	0,213	1,065
400	9,37	2,34	0,212	1,060
450	9,42	2,35	0,210	1,050
500	9,48	2,37	0,209	1,045

Таблиця 2

Результати досліджень впливу тертя ковзання накатного валика по полотну на стабільність зусилля накатування рулону (коефіцієнт β)

Діаметр рулону полотна	Коефіцієнт тертя кочення k , мм при відповідній силі притиску накатного валика до рулону Q , Н				Коефіцієнт зчеплення накатного валика з рулоном $f_{зч}$ при відповідних коефіцієнтах тертя ковзання f				Вплив коефіцієнту тертя ковзання f на зусилля накатування рулону полотна (коефіцієнт β)			
	150	75	50	37,5	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,4	0,6	0,8
50	1,75	1,24	1,01	0,88	0,270	0,449	0,640	0,835	1,350	1,120	1,070	1,043
100	2,02	1,43	1,17	1,01	0,240	0,428	0,623	0,820	1,200	1,070	1,040	1,025
150	2,15	1,52	1,24	1,07	0,228	0,420	0,616	0,814	1,140	1,050	1,030	1,017
200	2,22	1,57	1,28	1,11	0,222	0,416	0,612	0,811	1,110	1,040	1,020	1,013
250	2,27	1,60	1,31	1,13	0,218	0,413	0,610	0,809	1,090	1,030	1,017	1,011
300	2,30	1,63	1,33	1,15	0,215	0,410	0,609	0,807	1,075	1,025	1,015	1,008
350	2,32	1,64	1,34	1,16	0,213	0,409	0,608	0,806	1,065	1,022	1,013	1,007
400	2,34	1,65	1,35	1,17	0,212	0,408	0,607	0,806	1,060	1,020	1,011	1,007
450	2,35	1,67	1,36	1,18	0,210	0,407	0,606	0,805	1,050	1,017	1,010	1,006
500	2,37	1,68	1,37	1,19	0,209	0,406	0,605	0,805	1,045	1,015	1,008	1,006

Визначимо вплив коефіцієнту тертя ковзання накатного валика по полотну на зусилля накатування рулону (коефіцієнт β). При цьому будемо виходити із умови (врахована умова можливості механізму накатування полотна створювати зусилля накатування в розрахунку на одну петлю у межах 1...3 сН [1]):

$$F_{mp} = Q \cdot f = 150 \cdot 0,2 = 30 \text{ Н} = const. \quad (12)$$

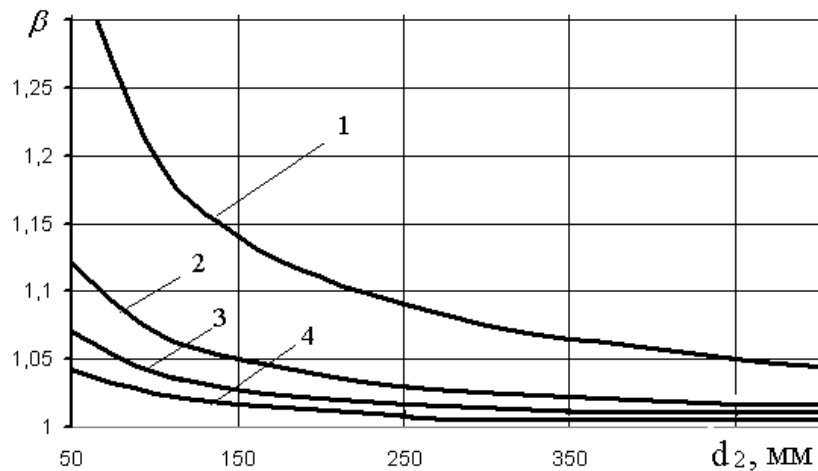


Рис. 2. Вплив тертя кочення пари накатний валик-рулон на стабільність зусилля накатування полотна (β) в залежності від діаметру рулону:

1 – при $f = 0,2$; 2 – при $f = 0,4$; 3 – при $f = 0,6$; при $f = 0,8$

Як показують попередні дослідження, коефіцієнт тертя ковзання сталюго накатного валика по бавовняному трикотажному полотну переплетення кулірна гладь, в залежності від шорсткості поверхні накатного валика, міняється в межах $f = 0,2 \dots 0,8$.

Таким чином, сила нормального тиску в зоні взаємодії накатного валика з рулоном полотна при цьому, враховуючи умову (12), змінюється в межах:

$$Q = \frac{30}{f} = (50 \dots 37,5) \text{ Н.}$$

Результати розрахунків представлені в табл. 2 і на рис. 2.

Висновки

Аналіз виконаних досліджень дозволяє зробити наступні висновки:

- коефіцієнт тертя кочення накатного валика по полотну при накатуванні рулону змінюється в залежності від діаметру рулону;
- коефіцієнти тертя ковзання та кочення пари накатний валик-рулон впливають на стабільність зусилля накатування рулону, при цьому найбільш суттєвий вплив їх відбувається в початковий момент накатування;
- для забезпечення стабільності зусилля накатування полотна в рулон необхідно дотримуватись постійності коефіцієнта зчеплення накатного валика з рулоном;
- з метою зниження впливу коефіцієнту тертя кочення на стабільність зусилля накатування полотна необхідно збільшувати коефіцієнт тертя ковзання накатного валика по полотну, наприклад, шляхом збільшення шорсткості поверхні накатного валика (нанесення рифлів та ін.).

Список використаної літератури

1. Піпа Б.Ф., Хомяк О.М., Олійник О.Ю. Механізми відтяжки та накатування полотна круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2009. – 234 с.
 2. Піпа Б.Ф., Федоров Ю.Д., Олійник О.Ю. Стабілізація зусилля накатування полотна круглов'язальної машини // Вісник КНУТД. – 2007. – № 3 (35). – С.7-11.
 3. Піпа Б.Ф., Олійник О.Ю. Механізм накатування полотна круглов'язальної машини зі сталими швидкістю та зусиллям накатування // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 2. – С.20-22.
 4. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наукова думка, 1975. – 704 с.
 5. Машини кругловязальные типа КО. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы, 1992. – 86 с.
- Касандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. – М.: Наука, 1970. – 104 с