

А.К. КАРМАЛІТА

Хмельницький національний університет

С.А. ПЛЕШКО, Б.Ф. ПІПА

Київський національний університет технологій та дизайну

МАТЕМАТИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМУ В'ЯЗАННЯ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ ТИПУ КО НА ДОВГОВІЧНІСТЬ РОБОТИ КЛИНІВ

Ефективність роботи в'язальних машин в значній мірі залежить від довговічності роботи клинів механізму в'язання. Враховуючи це, стаття присвячена експериментальним дослідженням впливу параметрів механізму в'язання в'язальних машин типу КО на довговічність роботи клинів. Запропоновано методику математичного експерименту впливу основних (найбільш суттєвих) параметрів механізму в'язання на довговічність роботи клинів. Одержано рівняння регресії, що дає можливість оперативно та достовірно оцінити ефективність впливу основних параметрів механізму в'язання (максимальна сила взаємодії п'ятки голки з клином, коефіцієнт тертя ковзання пари голка-клин, частота обертання голкового циліндру) на довговічність роботи клинів в'язальних машин. Результати досліджень можуть бути використані для розрахунку довговічності клинів та оцінки впливу параметрів механізму на довговічність роботи клинів будь-яких механізмів, де в якості робочого елемента використовується клин (кулачкові механізми та ін.).

Ключові слова: в'язальна машина, механізм в'язання, клин, довговічність клину.

A.K.KARMALITA

Khmelnitsky National University

S.F.PLESHKO, B.F. PIPA

Kyiv National University of Technologies and Design

A MATHEMATICAL EXPERIMENT OF INFLUENCE OF PARAMETERS OF MECHANISM OF KNITTING OF KNITTING MACHINE IS AS KO ON LONGEVITY OF WORK OF WEDGES

Efficiency of work of knittings machines largely depends on longevity of work of wedges of mechanism of knitting. Taking into account it, the article is sanctified to experimental researches of influence of parameters of mechanism of knitting of knittings machines as KO on longevity of work of wedges. Methodology of mathematical experiment of influence of basic (most substantial) parameters of mechanism of knitting is offered on longevity of work of wedges. Equalization of regression which enables operatively and for certain to estimate efficiency of influence of basic parameters of mechanism of knitting (maximal force of co-operation of heel of needle with a wedge, coefficient of friction of sliding of pair needle-wedge, frequency of rotation of needle cylinder) on longevity of work of wedges of knittings machines is got. The results of researches can be drawn on for the calculation of longevity of wedges and estimation of influence of parameters of mechanism on longevity of work of wedges of any mechanisms, where as a working element a wedge (cam-gears and other) is used.

Keywords: knitting machine, mechanism of knitting, wedge, longevity of wedge.

Одним із найбільш суттєвих факторів, що впливають на ефективність роботи в'язальних машин, є довговічність роботи клинів механізмів в'язання [1, 2]. Для розв'язання актуальної проблеми підвищення ефективності роботи в'язальних машин (підвищення продуктивності машин та якості полотна) важливим є проведення досліджень впливу параметрів механізму в'язання на довговічність роботи клинів. Однак відсутність рекомендацій по вибору раціональних параметрів механізму в'язання та режиму його роботи стримує вирішення цієї задачі.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом досліджень обрано розробку методу математичного експерименту впливу параметрів механізму в'язання круглов'язальної машини типу КО на довговічність роботи клинів. При вирішенні поставленої задачі були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії математичного експерименту та математичної статистики.

Постановка завдання

Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин шляхом підвищення довговічності роботи клинів механізму в'язання, стаття присвячена математичному експерименту впливу параметрів механізму в'язання круглов'язальної машини типу КО на довговічність роботи клинів.

Результати та їх обговорення

Аналіз досліджень [1-4] показує, що на довговічність клинів в'язальних машин впливає ряд факторів: сила удару голки об клин; тертя пари голка-клин; швидкість взаємодії голки з клином (частота обертання голкового циліндру круглов'язальної машини) та ін. Метою математичного експерименту і стало виявлення основних факторів, що впливають на довговічність роботи клинів, та отримання рівняння регресії, що дає можливість оперативно та достовірно оцінити ефективність впливу цих факторів на довговічність роботи клинів.

Дослідження проводились з використанням математичних методів планування експерименту [5, 6]. При цьому був вибраний рототабельний план другого порядку, як найбільш ефективний при вирішенні

питання впливу багатьох факторів на функцію мети.

Аналіз особливостей круглов'язальних машинах типу КО [7] та процесу взаємодії робочих органів механізму в'язання з клинами [2, 3] дозволяють виділити основні параметри – фактори, що істотно впливають на довговічність роботи клинів:

X_1 – максимальна сила взаємодії п'ятки голки з клином (сила удару), F_{max} ;

X_2 – коефіцієнт тертя ковзання пари голка-клин, f ;

X_3 – частота обертання голкового циліндру круглов'язальної машини, n .

Таким чином нами розв'язується трьохфакторна задача ($K = 3$) з однією функцією мети Y – довговічність роботи клина круглов'язальної машини типу КО.

В якості “ядра” плану експерименту використана матриця повного факторного експерименту [6]. “Зоряні” точки будують на осях координат на відстані плеча $l = 1,682$ [6]. При цьому необхідна кількість дослідів становить: $N = 20$.

Кодування факторів здійснювалось по співвідношенню [6]:

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

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

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

Враховуючи технічну характеристику круглов'язальної машини КО-2 [7], в якості нульових величин досліджуваних факторів приймаємо: $\Delta C_1 = F_{0max} = 91,1$ Н; $\Delta C_2 = f_0 = 0,17$; $\Delta C_3 = n_0 = 42,47$ об/хв. (лінійна швидкість голкового циліндру 1,0 м/с; діаметр голкового циліндру 450 мм).

В якості діапазону та інтервалів варіювання досліджуваних факторів, враховуючи конструктивні особливості круглов'язальних машин типу КО та перспективи їх удосконалення [2, 7], приймаємо:

$C_1 = F_{max} = (62,5...119,7)$ сН, $\Delta C_1 = \Delta F_{max} = 17,0$ сН;

$C_2 = f = 0,14...0,20$, $\Delta C_2 = \Delta f = 0,018$;

$C_3 = n = (5,47...79,47)$ об/хв., $\Delta C_3 = \Delta n = 22,0$ об/хв.

Таким чином зв'язок між кодованими та натуральними величинами факторів буде наступним:

$$X_1 = \frac{F_{max} - 91,1}{17}; \quad X_2 = \frac{f - 0,17}{0,018}; \quad X_3 = \frac{n - 42,47}{22}. \quad (2)$$

Таблиця 1

Рівні та інтервали варіювання факторів

Фактор	Рівні варіювання факторів					Інтервал варіювання фактора
	-1,682	-1	0	+1	+1,682	
Максимальна сила удару голки об клин F_{max} , Н (X_1)	62,5	74,1	91,1	108,1	119,7	17,0
Коефіцієнт тертя ковзання пари голка-клин f (X_2)	0,14	0,152	0,17	0,188	0,20	0,018
Частота обертання голкового циліндру n , об/хв. (X_3)	5,47	20,47	42,47	64,47	79,47	22,0

Використовуючи результати табл. 1 та рекомендації [6], побудована робоча матриця та матриця планування експерименту (табл. 2).

Таблиця 2

Робоча матриця та матриця планування експерименту

№ досліді	Робоча матриця (параметри)			Матриця планування		
	F_{max} , Н	f	n , об/хв.	X_1	X_2	X_3
1	2	3	4	5	6	7
1	108,1	0,188	64,47	+	+	+
2	108,1	0,188	20,47	+	+	-
3	108,1	0,152	64,47	+	-	+
4	108,1	0,152	20,47	+	-	-
5	74,1	0,188	64,47	-	+	+
6	74,1	0,188	20,47	-	+	-
7	74,1	0,152	64,47	-	-	+
8	74,1	0,152	20,47	-	-	-

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
9	62,5	0,170	42,47	-1,682	0	0
10	119,7	0,170	42,47	+1,682	0	0
11	91,1	0,140	42,47	0	-1,682	0
12	91,1	0,200	42,47	0	+1,682	0
13	91,1	0,170	5,47	0	0	-1,682
14	91,1	0,170	79,47	0	0	+1,682
15	91,1	0,170	42,47	0	0	0
16	91,1	0,170	42,47	0	0	0
17	91,1	0,170	42,47	0	0	0
18	91,1	0,170	42,47	0	0	0
19	91,1	0,170	42,47	0	0	0
20	91,1	0,170	42,47	0	0	0

У відповідності з робочою матрицею була виконана серія експериментів (20 варіантів розрахунків) При цьому при знаходженні довговічності роботи клину використана методика [4] та алгоритм розрахунків [2].

Результати розрахунків довговічності роботи клинів круглов’язальної машини КО-2 представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати математичного експерименту по оцінці довговічності клинів

№ досліджу	Довговічність роботи клина круглов’язальної машини T , год.	№ досліджу	Довговічність роботи клина круглов’язальної машини T , год.
1	3585,7	11	17459,6
2	12152,8	12	5988,6
3	7301,0	13	75712,3
4	22994,4	14	5211,3
5	6103,7	15	9751,5
6	19223,4	16	9751,5
7	11548,7	17	9751,5
8	36372,5	18	9751,5
9	15409,0	19	9751,5
10	6999,8	20	9751,5

Рівняння регресії для визначення довговічності роботи клинів круглов’язальних машин типу КО (функція мети Y) в кодованих значеннях факторів доцільно представити у вигляді [6]:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2 + B_{33}X_3^2, \quad (3)$$

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 [2] та вихідні дані (табл. 3), отримано наступні значення коефіцієнтів рівняння регресії:

$$B_0 = 9891,26; B_1 = -2247,38; B_2 = -3595,79; B_3 = -11660,11; B_{12} = -90,38;$$

$$B_{13} = 447,13; B_{23} = 1044,63; B_{11} = 290,90; B_{22} = 85,22; B_{33} = 8773,80.$$

Розрахунки підтвердили адекватність прийнятої моделі експерименту (розрахункове значення коефіцієнту Фішера $F_p = 3,391$ менше табличного $F_T = 5,01$).

Незначущими з довірчою імовірністю 0,95 є коефіцієнти B_{11}, B_{12}, B_{13} та B_{22} .

Отже, для нашого випадку рівняння регресії приймає вид:

$$Y = 9891,26 - 2247,38X_1 - 3595,79X_2 - 11660,11X_3 + 1044,63X_2X_3 + 8773,80X_3^2. \quad (4)$$

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

$$T = 18,13n^2 - 132,19F - 311800,03f - 2518,415n + 2637,95fn + 130151,18. \quad (5)$$

Висновки

Аналізуючи результати досліджень, приходимо до висновку, що запропонована методика проведення експериментальних досліджень впливу параметрів механізму в’язання на довговічність роботи клинів круглов’язальних машин типу КО дає можливість оперативної та достовірної оцінки ефективності

впливу основних параметрів механізму (максимальна сила взаємодії п'ятки голки з клином, коефіцієнт тертя ковзання пари голка-клин, частота обертання голкового циліндру) на довговічність роботи клинів як круглов'язальних, так і плосков'язальних машин.

Результати досліджень можуть бути використані для розрахунку довговічності клинів та оцінки впливу параметрів механізму на довговічність роботи клинів будь-яких механізмів, де в якості робочого елемента використовується клин (кулачкові механізми та ін.).

Література

1. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. - М.: Легпромбытиздат, 1990. - 209 с.
2. Піпа Б.Ф., Плешко С.А. Удосконалення робочих органів механізмів в'язання круглов'язальних машин. - К.: КНУТД, 2012. - 470 с.
3. Кармалита А.К., Марченко А.І. Вплив конструкції голки в'язальної машини на зниження динамічних навантажень у механізмі в'язання //Вісник ХНУ. -2013. - № xx. - С.хх-хх.
4. Малков М.А., Полушин В.Л. Расчет износа клиньев трикотажных машин. - ВНИИЛТЕКМАШ, научно-исследовательские труды, 1969, № 15, с. 13-22.
5. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение к исследованиям в текстильной промышленности. М: Легкая индустрия, 1964. - 319 с.
6. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. М.: Легкая индустрия, 1974. - 260 с.
7. Машины кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. - Черновцы. 1992. - 86 с.

References

1. Homjak O.N., Pipa B.F. Povyshenie jeffektivnosti raboty vjazal'nyh mashin. - M.: Legprombytizdat, 1990. - 209 s.
2. Pipa B.F., Pleshko S.A. Udokonalennja robochih organiv mehanizmv v'jazannja kruglov'jazal'nih mashin. - K.: KNUTD, 2012. - 470 s.
3. Karmalita A.K., Marchenko A.I. Vpliv konstrukcii golki v'jazal'noi mashini na znizhennja dinamichnih navantazhen' u mehanizmi v'jazannja //Visnik HNU. -2013. - № hh. - S.hh-hh.
4. Malkov M.A., Poluhin V.L. Raschet iznosa klin'ev trikotazhnyh mashin. - VNIILTEKMASH, nauchno-issledovatel'skie trudy, 1969, № 15, s. 13-22.
5. Vinogradov Ju.S. Matematicheskaja statistika i ee primenenie k issledovanijam v tekstil'noj promyshlennosti. M: Legkaja industrija, 1964. - 319 s.
6. Tihomirov V.B. Planirovanie i analiz jeksperimenta. M.: Legkaja industrija, 1974. - 260 s.
7. Mashiny kruglovjazal'nye tipa KO-2. Tehnicheskoe opisanie i instrukcija po jekspluataciji. - Chernovcy. 1992. - 86 s.

Рецензія/Peer review : 8.6.2014 р. Надрукована/Printed : 13.7.2014 р.
Рецензент: д.т.н., проф., завідувач кафедри МСС КНУТД А.С. Зенкін