

УДК 677.055

Б.Ф. ПІПА, С.А. ПЛЕШКО, Ю.А. КОВАЛЬОВ

Київський національний університет технологій та дизайну

## ВПЛИВ ТЕРТЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ В'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ НА ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ В ПАРІ ГОЛКА-КЛИН

*Представлено результати досліджень по оцінці впливу тертя робочих органів в'язальної машини (голки, клини, штеги) на величину динамічних навантажень, що виникають в зоні взаємодії голок з клинами. Показано вплив тертя на динамічні навантаження в механізмі в'язання круглов'язальної машини при жорсткому та пружному кріпленнях клинів.*

**Ключові слова:** в'язальна машина, голка, клин, штега, тертя, динамічне навантаження.

Ефективність роботи в'язальних машин значною мірою залежить від взаємного тертя [1] робочих органів (голок, клинів, штег) механізму в'язання. Як відомо [2; 3], сили тертя суттєво впливають на динамічні навантаження механізму в'язання, знижуючи надійність та довговічність його роботи. Аналіз показує, що зниження динамічних навантажень може бути досягнуто зниженням тертя пар голка-клин та голка-штеги. Тому задачею даних досліджень є аналіз впливу тертя робочих органів в'язальної машини на динамічні навантаження в найбільш відповідальній парі механізму в'язання голка-клин.

### **Об'єкт та методи дослідження**

Об'єктом досліджень обрано вплив тертя на динамічні навантаження в парі голка-клин в'язальної машини. При вирішенні поставлених задач були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії динаміки машин та теорії проектування в'язальних машин.

### **Постановка завдання**

Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в'язальних машин шляхом зниження тертя робочих органів механізму в'язання, стаття присвячена аналізу впливу тертя та способу кріплення клина на величину динамічних навантажень, що виникають в найбільш відповідальній парі голка-клин.

### **Результати і їх обговорення**

Тертя суттєво впливає на роботу механізмів машин [1] в тому числі і на механізм в'язання в'язальних машин. Практика експлуатації в'язальних машин, зокрема круглов'язальних, показує, що при недостатньому змащенні пар тертя механізму в'язання збільшується кількість відмов голок, що призводить до зниження продуктивності машин і якості трикотажного полотна.

В результаті аналізу роботи механізмів в'язання круглов'язальних машин [2–4] встановлено, що основною причиною відмов голок є значні динамічні навантаження, що виникають в парі голка-клин. Відмічається також, що одним із факторів, що суттєво впливає на величину динамічних навантажень в парі голка-клин, є сили тертя в парах голка-клин та голка-штеги (направляючі голки). Очевидно, що зниження тертя робочих органів механізму в'язання призводить до зниження динамічних навантажень в парі голка-клин і, відповідно, до зниження відмов голок.

Проаналізуємо вплив тертя на динамічні навантаження в механізмі в'язання круглов'язальної машини типу КО. Як відомо [4], можливі два випадки взаємодії голок з клинами механізму в'язання: взаємодія голок з клинами з жорстким кріпленням (жорсткі клини); взаємодія голок з клинами з пружним кріпленням.

При жорсткому кріпленні клинів максимальна величина динамічних навантажень пари голка-клин (сила удару голки об клин) знаходиться із умови:

$$F_{max} = V \sqrt{\frac{mC}{K}} \operatorname{tg} \alpha + \frac{F}{K} \quad (1)$$

де  $F_{max}$  – максимальна сила удару голки об клин;

$V$  – колова швидкість голки (голкового циліндра);

$m$  – маса голки;

$C$  – приведена жорсткість пари голка-клин в зоні удару;

$F$  – технологічне навантаження на голку;

$K$  – конструктивний параметр в'язальної системи,

$$K = ctg(\alpha + \rho) - \frac{2a+b}{b} \operatorname{tg} \rho_1; \quad (2)$$

$\rho, \rho_1$  – кути тертя пар голка-клин та голка-штеги відповідно (зазвичай  $\rho = \rho_1$ );

$a$  – плече сили удару;

$b$  – плече опорної реакції голки (глибина голкового пазу).

Як видно з наведеного, зменшення сил тертя в зоні взаємодії робочих органів (голок, клинів, штег) в'язальних машин за рахунок, наприклад, удосконалення системи змащення, позитивно впливає на конструктивний параметр  $K$  в'язальної системи і, відповідно, на зниження величини динамічних навантажень в парі голка-клин.

Проаналізуємо вплив тертя на динамічні навантаження в механізмі в'язання круглов'язальної машини КО-2. Використовуючи параметри машини [5] та результати досліджень [6], в якості вихідних даних приймаємо:  $V = 1,1$  м/с;  $\alpha = 56^0$ ;  $m = 0,477 \cdot 10^{-3}$  кг;  $C = 824,5 \cdot 10^3$  Н/м;  $a = 1,5$  мм;  $b = 3,8$  мм;  $F = 0,17$  Н.

Прогнозуючи, що в результаті стану змащення пар тертя [1] голки-клини-штеги кут тертя  $\rho$  може змінюватися в межах від  $3^0$  до  $12^0$  (при  $\rho > 12,45^0$   $K < 0$ , що призводить до заклинювання голки), були розраховані (інтервал варіювання кута тертя  $\Delta\rho = 0,5^0$ ) динамічні навантаження в парі голка-клин з жорстким кріпленням. Результати зведені в табл.

Для оцінки впливу тертя робочих органів в'язальної машини при заміні жорсткого кріплення клинів пружним на динамічні навантаження розглянемо механізм в'язання круглов'язальної машини КО-2, в якому клин прикріплений до блоку замків за допомогою пружної балочки з робочими розмірами (вибрані із конструктивних міркувань з урахуванням особливостей механізму в'язання): довжина 48 мм; товщина перерізу 5 мм; ширина перерізу 10 мм.

При цьому в якості вихідних даних приймаємо:

$V = 1,1$  м/с;  $\alpha = 56^0$ ;  $m_1 = 0,477 \cdot 10^{-3}$  кг (маса голки);

$m_2 = 36,41 \cdot 10^{-3}$  кг (сумарна приведена маса клина і балочки);

$C_1 = 824,5 \cdot 10^3$  Н/м (приведена жорсткість пари голка-клин);

$C_2 = 2486,6 \cdot 10^3$  Н/м (приведена жорсткість вузла кріплення клина);

$$a = 1,5 \text{ мм};$$

$$b = 3,8 \text{ мм};$$

$$F_1 = 0,17 \text{ Н (технологічне навантаження на голку);}$$

$$F_2 = 9,67 \text{ Н (статичний тиск голок на клин);}$$

$$\rho = 3^0 \dots 12^0;$$

$$\Delta\rho = 0,5^0.$$

Для знаходження сили удару голки об клин з пружним кріпленням ( $F_{1max}$ ) та динамічного навантаження в зоні його пружного кріплення ( $F_{2max}$ ) в залежності від тертя (кута тертя  $\rho$ ) доцільно використати наступний алгоритм [4]:

$$1. \text{ Знаходимо параметр } \lambda : \quad \lambda = \frac{2a+b}{b} \operatorname{tg} \rho. \quad (3)$$

$$2. \text{ Знаходимо параметр } \psi : \quad \psi = 1 - \lambda \operatorname{tg}(\alpha + \rho). \quad (4)$$

$$3. \text{ Знаходимо параметр } \gamma : \quad \gamma = C_1 \frac{m_1 + \psi m_2}{m_1 m_2}. \quad (5)$$

4. Знаходимо частоти коливань  $\beta_1, \beta_2$  мас системи голка-клин-пружне кріплення клину:

$$\beta_{1,2}^2 = \frac{C_1(m_1 + \psi m_2) + C_2 m_1 \pm \sqrt{[C_1(m_1 + \psi m_2) + C_2 m_1]^2 - 4\psi C_1 C_2 m_1 m_2}}{2m_1 m_2}. \quad (6)$$

$$5. \text{ Знаходимо параметр } z : \quad z = \beta_1^2 - \beta_2^2. \quad (7)$$

$$6. \text{ Знаходимо параметри } \Delta_1, \Delta_2 : \quad \Delta_1 = \gamma - \beta_1^2; \Delta_2 = \gamma - \beta_2^2. \quad (8)$$

7. Знаходимо постійні інтегрування  $A, B$ :

$$A_{11} = \frac{C_1 - \Delta_2}{z} \cdot \frac{F_1}{\psi}; \quad A_{12} = \frac{\Delta_1 - C_1}{z} \cdot \frac{F_1}{\psi}; \quad A_{21} = A_{11} \frac{m_2}{C_1} \Delta_1; \quad A_{22} = A_{12} \frac{m_2}{C_1} \Delta_2;$$

$$B_{11} = \frac{C_1 V \Delta_2}{\beta_1 z}; \quad B_{12} = -\frac{C_1 V \Delta_1}{\beta_2 z}; \quad B_{21} = B_{11} \frac{m_2}{C_1} \Delta_1; \quad B_{22} = B_{12} \frac{m_2}{C_1} \Delta_2. \quad (9)$$

8. Знаходимо сумарні постійні інтегрування :

$$D_{11} = \sqrt{A_{11}^2 + B_{11}^2}; \quad D_{12} = \sqrt{A_{12}^2 + B_{12}^2}; \quad D_{21} = \sqrt{A_{21}^2 + B_{21}^2}; \quad D_{22} = \sqrt{A_{22}^2 + B_{22}^2}. \quad (10)$$

9. Знаходимо постійні складові динамічних навантажень:

$$a_1 = \frac{F_1}{\psi}; \quad a_2 = \frac{F_1}{\psi} + F_2. \quad (11)$$

10. Знаходимо динамічні навантаження в механізмі в'язання:

$$F_{1max} = (D_{11} + D_{12} + a_1) \operatorname{tg}(\alpha + \rho); \quad F_{2max} = (D_{21} + D_{22} + a_2) \operatorname{tg} \alpha. \quad (12)$$

Одержані результати розрахунків зводимо в таблиці.

**Результати розрахунків впливу тертя на динамічні навантаження  
в механізмі в'язання круглов'язальної машини типу КО-2**

Кут тертя $\rho$ , град.	Динамічні навантаження, Н		
	$F_{max}$ (в парі голка-клин при жорсткому кріпленні клина)	$F_{1max}$ (в парі голка-клин при пружному кріпленні клина)	$F_{2max}$ (в зоні пружного кріплення клина)
3,0	45,753	39,651	24,241
3,5	47,055	41,178	24,647
4,0	48,469	42,834	25,105
4,5	50,013	44,637	25,626
5,0	51,708	46,612	26,222
5,5	53,581	48,788	26,912
6,0	55,666	51,202	27,719
6,5	58,008	53,903	28,673
7,0	60,663	56,953	29,820
7,5	63,711	60,437	31,222
8,0	67,260	64,470	32,973
8,5	71,464	69,218	35,216
9,0	76,556	74,928	38,189
9,5	82,901	81,983	42,303
10,0	91,115	91,030	48,340
10,5	102,346	103,261	57,975
11,0	119,045	121,203	75,464
11,5	147,822	151,589	114,761
12,0	217,434	223,260	235,935

**Висновки**

Аналіз одержаних результатів показує:

- зі збільшенням сил тертя робочих органів в'язальної машини суттєво збільшується сила удару голки об клин як з жорстким, так і з пружним кріпленням, що негативно впливає на ефективність роботи машини (збільшується кількість відмов голок та знижується довговічність роботи клинів) та на якість полотна (збільшення відсотку бракованого полотна);
- при куті тертя  $\rho > 12,45^0$  конструктивний параметр  $K$  круглов'язальних машин типу КО набуває від'ємного значення, що викликає заклинювання та поломку голок ( $F_{max} \rightarrow \infty$ );
- в якості ефективного доцільно рекомендувати режим роботи в'язальної машини, при якому коефіцієнт тертя пари голка-клин не перевищує 0,1 ( $\rho \leq 5,7^0$ );
- спосіб кріплення клинів (жорстке чи пружне) практично не впливає на величину динамічних навантажень в парі голка-клин.

## Список використаної літератури

1. Крагельский И.В. Трение, изнашивание и смазка: (Справочник. В 2-х кн. Кн. 1) / И.В. Крагельский, В.В. Алисин. – М: Машиностроение, 1978. – 400 с.

2. Волощенко В.П., Пипа Б.Ф., Шипуков С.Т. Эксплуатационная надежность машин трикотажного производства. – К.: Техніка, 1977. – 136 с.
3. Пипа Б.Ф., Волощенко В.П., Шипуков С.Т., Орлов В.А. Повышение надежности трикотажного оборудования. – К.: Техніка, 1983. – 111 с.
4. Хомяк О.Н., Пипа Б.Ф. Повышение эффективности работы вязальных машин. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
5. Машины кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы. 1992. – 86 с.
6. Пипа Б.Ф., Плешко С.А. Удосконалення робочих органів механізмів в'язання круглов'язальних машин. – К.: КНУТД, 2012. – 470 с.

Стаття надійшла до редакції / Article received: 01.06.2013

**Влияние трения рабочих органов вязальной машины на динамические нагрузки в паре игла-клин**

Пипа Б.Ф., Плешко С.А., Ковалев Ю.А.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

Представлены результаты исследований по оценке влияния трения рабочих органов вязальной машины (иглы, клинья, штеги) на величину динамических нагрузок, возникающих в зоне взаимодействия игл с клиньями. Показано влияние трения на динамические нагрузки в механизме вязания кругловязальной машины при жестком и упругом креплении клиньев.

**Ключевые слова:** вязальная машина, игла, клин, штега, трение, динамические нагрузки.

**Influence of friction of workings organs of knitting machine on the dynamic loadings in a pair needle-wedge**

B. Pipa, S. Pleshko, G. Kovalev

*Kyiv National University of Technologies and Design*

The results of researches are presented as evaluated by influence of friction of workings organs of knitting machine (needles, wedges, stage) on the size of the dynamic loadings, arising up in the area of co-operation of needles with wedges. Influence of friction is rotined on the dynamic loadings in the mechanism of knitting of knitting machine at the hard and resilient fastenings of wedges.

**Keywords:** knitting machine, needle, wedge, stage, friction, dynamic loadings.