

УДК 677.055

## ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЯЗИЧКОВОЇ ГОЛКИ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ В ПАЗУ ГОЛЕЧНИЦІ

В. М. Дворжак, кандидат технічних наук, доцент  
*Київський національний університет технологій та дизайну*

Б. В. Орловський, доктор технічних наук, професор  
*Київський національний університет технологій та дизайну*

Ключові слова: в'язальна машина, механізм в'язання, язичкова голка, голковий циліндр, клини в'язальної системи

Круглов'язальні машини з язичковими голками, рухомими відносно голечниці, широко застосовують на підприємствах легкої промисловості для в'язання полотен для виготовлення виробів різного призначення. Під час проектування та дослідження механізму в'язання круглов'язальних машин з голками, рухомими відносно голечниці у вигляді циліндра з пазами, досліджують рух язичкової голки в пазу голечниці під дією нерухомих клинів в'язальних систем – кулірних 1 та замикальних 2 (рис. 1), що утворюють канал, у якому розміщується п'ятка язичкової голки 4. Форма каналу визначає форму траєкторії робочої точки язичкової голки – зазвичай внутрішньої точки її головки. Під час роботи круглов'язальної машини на язичкову голку діють ряд сил, зокрема і сили, спричинені рухом язичкової голки відносно голкового циліндра та рухом самого голкового циліндра, що здійснює обертальний рух. Під час дослідження руху язичкової голки у в'язальних системах з прямолінійними ділянками профілю клинів вважають, що сила інерції, спричинена рухом язичкової голки в пазу голечниці, дорівнює нулю [1]. Під час дослідження руху язичкової голки у в'язальних системах з криволінійними ділянками профілю клинів вказану силу інерції слід враховувати.

Для визначення сил, спричинених рухом язичкової голки, спочатку виконують кінематичний розрахунок та отримують функцію положення, функцію швидкості та функцію прискорення язичкової голки (її робочої точки) за цикл роботи. Результати кінематичного розрахунку дозволяють визначити вказані сили.

Дослідження проводимо з використанням апарату векторної алгебри методом векторного перетворення координат з реалізацією в програмі Mathcad [3].

Приймаємо за цикл роботи час, за який голковий циліндр виконує один оберт. За узагальнену координату приймаємо кут повороту голкового циліндра  $\varphi_1$ . Праву систему координат з початком в точці  $P_1$  розміщуємо так, щоб вісь аплікату  $Z$  збігалась з віссю обертання голкового циліндра, а площина  $XU$  розміщувалась на рівні відбійної площини, яку утворюють підборіддя платин. Визначаємо рухомий радіус-вектор  $P_2(\varphi_1)$ , який розміщуємо в площині  $XU$ . Цей вектор з'єднує точку  $P_{13}$  точкою, яка визначає відстань до проєкції робочої точки язичкової голки на площину

XY.

$$P_2(\varphi_1) = P_1 + \rho_Z(e_X, \varphi_1, l_{1,2}),$$

де  $\rho_Z$  – власна функція в Mathcad для визначення повороту вектора навколо осі аплікату в площині XY, яку в загальному вигляді записують таким чином:

$$\rho_K(r_1, \varphi, l_2) = T_K(\varphi) \cdot Ort(r_1) \cdot l_2,$$

$e_X$  – орт осі абсцис;  $l_{1,2}$  – відстань від точки  $P_1$  до точки, яка визначає відстань до проекції робочої точки язичкової голки на площину XY;  $r_1$  – вектор до повертання,  $\varphi$  – кут повертання,  $l_2$  – модуль вектора  $r_1$  після повертання,  $T_K(\varphi)$  – матриця повертання розміром  $3 \times 3$  навколо осі (індекс  $K$  позначає одну з осей X, Y, Z, навколо якої здійснюють повертання);  $Ort(r_1)$  – орт вектора  $r_1$ .

Визначаємо радіус-вектор  $P_3(\varphi_1)$  як векторну суму вектора  $P_2(\varphi_1)$  та вектора  $P_{2,3}(\varphi_1)$ , що визначає положення точки  $P_3(\varphi_1)$  через проекцію робочої точки язичкової голки на робочу поверхню (кромку) клина (кулірного чи замикального) в положенні язичкової голки, що прийнято як початкове (наприклад, в положенні прокладання нитки).

$$P_3(\varphi_1) = P_2(\varphi_1) + P_{2,3}(\varphi_1),$$

де

$$P_{2,3}(\varphi_1) = T_Z(\varphi_1) \cdot \rho_Y(e_X, \alpha_1, l_{2,3}),$$

де  $\rho_Y$  – власна функція в Mathcad для визначення повороту вектора навколо осі ординат в площині ZX;  $r_1$  – вектор до повертання,  $\alpha_1$  – кут повертання,  $l_{2,3}$  – проекція робочої точки язичкової голки на робочу поверхню (кромку) клина.

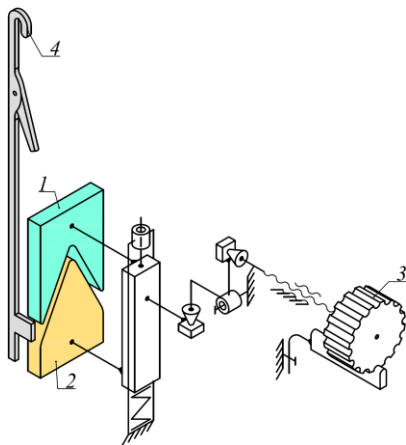


Рисунок 1 – Структурна схема в'язальної системи круглої в'язальної машини з язичковими голками [2]

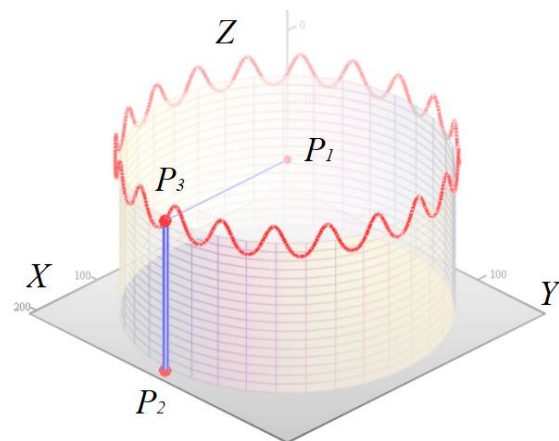


Рисунок 2 – Графік траєкторії робочої точки язичкової голки  $P_3(\varphi_1)$  круглої в'язальної машини за цикл роботи (один оберт голкового циліндра)

Визначаємо швидкість робочої точки язичкової голки  $V_3(\varphi_1)$ :

$$V_3(\varphi_1) = r'(P_3, \varphi_1) \cdot \omega_1,$$

де

$$r'(r, \varphi) = \left( \frac{d}{d\varphi} r(\varphi)_x \quad \frac{d}{d\varphi} r(\varphi)_y \quad \frac{d}{d\varphi} r(\varphi)_z \right)^T,$$

власна функція в Mathcad для визначення першої похідної від радіус-вектора  $r$  в параметричному вигляді;  $\omega_1$  – кутова швидкість голкового циліндра.

Визначаємо прискорення робочої точки язичкової голки  $A_3(\varphi_1)$ :

$$A_3(\varphi_1) = r''(P_3, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_3, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1,$$

де

$$r''(r, \varphi) = \left( \frac{d^2}{d\varphi^2} r(\varphi)_x \quad \frac{d^2}{d\varphi^2} r(\varphi)_y \quad \frac{d^2}{d\varphi^2} r(\varphi)_z \right)^T,$$

власна функція в Mathcad для визначення другої похідної від радіус-вектора  $r$  в параметричному вигляді;  $\varepsilon_1$  – кутове прискорення голкового циліндра.

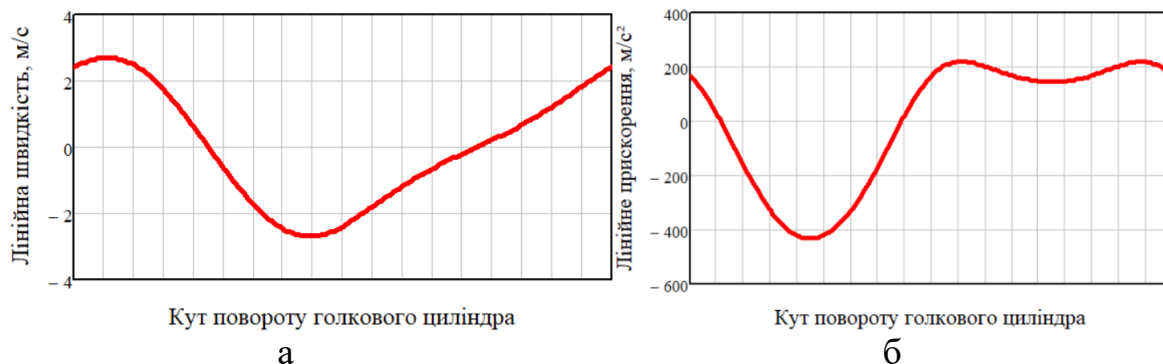


Рисунок 3 – Графіки абсолютних значень лінійних швидкості та прискорення робочої точки язичкової голки в залежності від кута повороту голкового циліндра, який відповідає протяжності однієї петлетвірної системи:  
а) лінійної швидкості; б) лінійного прискорення

При сталій роботі круглов'язальної машини кутове прискорення голкового циліндра  $\varepsilon_1$  дорівнюватиме нулю і вираз для визначення  $A_3(\varphi_1)$  матиме один перший доданок.

Отримані вирази дозволяють дослідити рух язичкової голки в пазу голечниці круглов'язальної машини з голками, рухомими відносно голечниці, під дією нерухомих клинів в'язальних систем із застосуванням Mathcad.

#### Список використаних джерел

1. Мойсеєнко Ф.А. Проектування в'язальних машин / Ф. А. Мойсеєнко. – Харків : Основа, 1994. – 336 с.
2. Дворжак В. М. Механізм зміни глибини кулірування в'язальної машини / В. М. Дворжак // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем : тези доповідей XII-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (26-27 травня 2022 р., м. Чернігів). – Чернігів : ЧНТУ, 2022. – Т. 1. – С. 222.
3. Кошель С. О. Кінематичний аналіз складних плоских механізмів вищих класів / С. О. Кошель, В. М. Дворжак, Г. В. Кошель, М. Г. Залюбовський // Прикладна механіка. – Том 58 (68). – 2022. – № 1. – С. 128-142.