

УДК 677.055

Б.Ф. ППА, О.М. ХОМЯК, А.І. МАРЧЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

**АНАЛІТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БЕЗУДАРНОГО ПРОФІЛЮ
ПЛАТИННОГО КЛИНА КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ**

Запропоновано метод аналітичного проектування безударного профілю платинного клина круглов'язальної машини з урахуванням жорсткості пари платина-клин. Представлено результати досліджень по оцінці впливу жорсткості п'ятки платини на профіль платинового клина.

Ключові слова: круглов'язальна машина, платина, платинний клин, жорсткість пари платина-клин, безударний профіль клину.

Ефективність роботи круглов'язальних машин значною мірою залежить від досконалості клинів в'язальних систем, зокрема платинних клинів [1]. Одним із основних факторів, що впливають на ефективність роботи круглов'язальних машин, є динамічні навантаження, зумовлені ударною взаємодією робочих органів механізмів в'язання (голок та платин) з клинами замків. Зниження динамічних навантажень може бути досягнуто, зокрема, заміною існуючих платинних клинів з прямолінійними робочими поверхнями безударними клинами (клинами, робоча поверхня яких виконана криволінійною). Тому задачею даних досліджень стала розробка методу аналітичного проектування платинних клинів з безударним робочим профілем з урахуванням жорсткості пари платина-клин.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом досліджень обрано метод аналітичного проектування безударного профілю платинного клина круглов'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 круглов'язальних машин шляхом удосконалення платинних клинів, стаття присвячена розробці методу аналітичного проектування безударного профілю платинного клина круглов'язальної машини з урахуванням жорсткості пари платина-клин.

Результати і їх обговорення

Наявність в в'язальних системах круглов'язальних машин платинних клинів прямолінійного профілю призводить до ударної взаємодії платин з клинами. Причиною цього є миттєва зміна швидкості руху платини при переході її з однієї прямолінійної ділянки профілю клина на другу. Удари платин об клини викликають динамічні навантаження в парі платина-клин, що призводить до підвищеного зношення робочої поверхні клинів.

Автори пропонують аналітичний метод проектування безударних профілів платинних клинів, здатних знизити динамічні навантаження в парі платина-клин. Від відомих методів [1–4] він відрізняється тим, що враховує жорсткість досліджуваної системи (жорсткість пари платина-клин).

Представимо платинний клин 1 (надалі клин), по якому рухається п'ятка платини, у вигляді кулачка, а платину 2 – у вигляді штовхача (рис. 1). Як відомо [5], при синтезі швидкохідних кулачкових механізмів профіль кулачка повинен знаходитись з урахуванням жорсткості системи. В нашому випадку з урахуванням жорсткості платини та робочої поверхні клина.

Задача синтезу кулачка (клина) з урахуванням жорсткості елементів системи відноситься до задачі динамічного синтезу. При вирішенні даної задачі приймаємо наступні спрощення: розподілену масу елементів системи вважаємо зосередженою в точці; жорсткість елементів системи представляємо у вигляді пружин, масою яких нехтуємо. В результаті прийнятих припущень одержуємо динамічну модель (рис. 1), яка з деяким наближенням має ті ж динамічні характеристики, що і реальна пара платина-клин.

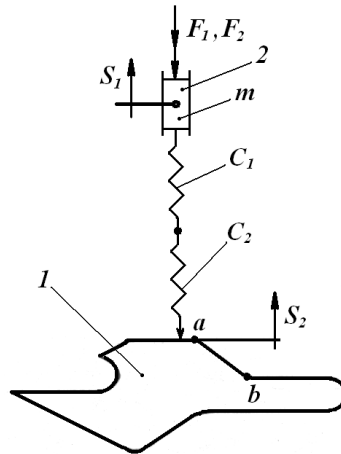


Рис. 1. Динамічна модель пари платина-клин

На масу m (рис. 1) діють зовнішні сили тертя F_1 і технологічні навантаження F_2 . П'ятка платини (C_1 – жорсткість тіла платини; C_2 – жорсткість п'ятки) рухається в контактній взаємодії з клином. Переміщення п'ятки S_2 відраховуємо від найвищого положення, заданого профілем клина. Переміщення борідки платини S_1 в результаті жорсткості платини відрізняється від переміщення п'ятки S_2 . Зв'язок між S_1 і S_2 можна знайти із диференціального рівняння руху маси m :

$$m\ddot{S}_1 = -F_1 - F_2 + C_2(S_2 - S_1). \quad (1)$$

Позначивши $P = F_1 + F_2$, рівняння (1) набуває вигляду:

$$m\ddot{S}_1 = -P + C_2(S_2 - S_1). \quad (2)$$

Модуль сили P при силовому замиканні:

$$\bar{P} = C_1 + S_1 + P_c, \quad (3)$$

де P_c – сила опору руху платини.

З урахуванням (3) рівняння (1) приймає вид:

$$\ddot{S}_1 + \frac{C_1 + C_2}{m} S_1 = \frac{-P_c + C_1 S_2}{m}. \quad (4)$$

З рівняння (4) маємо:

$$S_2 = \frac{P_c}{C_2} + \frac{C_1 + C_2}{C_2} S_1 + \frac{m}{C_2} \ddot{S}_1. \quad (5)$$

При заданому законі руху верхнього кінця штовхача (носіка платини) $S_1 = S(t)$ із рівняння (5) знаходимо переміщення нижнього кінця штовхача (п'ятки платини) $S_2 = \pm S(t)$, тобто відповідний профіль кулачка (клина).

Таким чином при профілюванні профілю клина необхідно враховувати закон руху платини та її жорсткість.

Для встановлення умов, при яких відсутні скачки швидкостей та прискорень (жорсткі та м'які удари) продиференціюємо рівняння (5) два рази по часу, приймаючи, що сила опору P_c постійна:

$$\dot{S}_2 = \frac{C_1 + C_2}{C_2} \dot{S}_1 + \frac{m\ddot{S}_1}{C_2}; \quad (6)$$

$$\ddot{S}_2 = \frac{C_1 + C_2}{C_2} \ddot{S}_1 + \frac{m}{C_2} S_1^{IV}. \quad (7)$$

Із рівняння (6) слідує, що для запобігання жорстких ударів необхідно вибирати такі закони руху, при яких функції \dot{S}_1 і \ddot{S}_2 неперервні і дорівнюють нулю в крайніх положеннях штовхача. Поставленим умовам на ділянці від $t = 0$ до $t = t_n$ може задовольняти закон у вигляді багаточлена (полінома) сьомого ступеню [5]:

$$S_1 = (ak^4 + bk^5 + ck^6 + dk^7)h \quad \text{при } k = t/t_n. \quad (8)$$

Коефіцієнти полінома (8) знаходяться із граничних умов:

$$S_1 = \dot{S}_1 = \ddot{S}_1 = \ddot{S}_1 = 0 \quad \text{при } k = 0;$$

$$S_1 = h; \quad \dot{S}_1 = \ddot{S}_1 = \ddot{S}_1 = 0 \quad \text{при } k = 1.$$

Диференціюючи поліном (8) по часу, одержуємо:

$$\dot{S}_1 = (4ak^3 + 5bk^4 + 6ck^5 + 7dk^6)h;$$

$$\ddot{S}_1 = (12ak^2 + 20bk^3 + 30ck^4 + 42dk^5)h;$$

$$\ddot{S}_1 = (24ak + 60bk^2 + 120ck^3 + 210dk^4)h.$$

Граничні умови для $k = 0$ задовольняються при любых значеннях коефіцієнтів полінома. Граничні умови при $k = 1$ дають систему лінійних рівнянь:

$$a + b + c + d = 1;$$

$$4a + 5b + 6c + 7d = 0;$$

$$12a + 20b + 30c + 42d = 0;$$

$$24a + 60b + 120c + 210d = 0.$$

Знайшовши коефіцієнти полінома з цієї системи рівнянь, одержуємо:

$$S_1 = (35k^4 - 84k^5 + 70k^6 - 20k^7)h. \quad (9)$$

Для запобігання не тільки жорстких, але і м'яких ударів, згідно з умовами (6), (7), необхідно вибирати закони руху, що задовольняють граничним умовам:

$$S_1 = \dot{S}_1 = \ddot{S}_1 = \ddot{S}_1 = S_1^{IV} = 0 \quad \text{при } k = 0;$$

$$S_1 = h; \quad \dot{S}_1 = \ddot{S}_1 = \ddot{S}_1 = S_1^{IV} = 0 \quad \text{при } k = 1.$$

Поліном, що задовольняє цим умовам має вид:

$$S_1 = (126k^5 - 420k^6 + 540k^7 - 315k^8 + 70k^9)h. \quad (10)$$

Побудову траєкторії руху борідки платини виконуємо наступним чином. Знаходимо величини $S_1 \dots S_n$. По осі y відкладаємо максимальну величину переміщення h платини. По осі x відкладаємо величину k , що дорівнює горизонтальній проекції ділянки $a-b$ платинового клина (рис. 1). Розбиваємо відрізки h і k на n рівних частин. Знаходимо із рівняння (10) значення $S_1 \dots S_n$ і відкладаємо їх на осі y .

На осі x відкладаємо величини $\frac{k_1}{n} \dots k_n$. На перетині відповідних значень S і k знаходимо точки траєкторії руху борідки платини. Побудову робочого профілю клина виконуємо подібно побудові траєкторії руху платини лише з тією різницею, що по осі y відкладаємо величини S_2 , одержані із рівняння (5). Таким чином на перетині величин $S \frac{h}{n} \dots S h$ і $k \frac{1}{n} \dots k_n$ одержуємо точки профілю безударного клина.

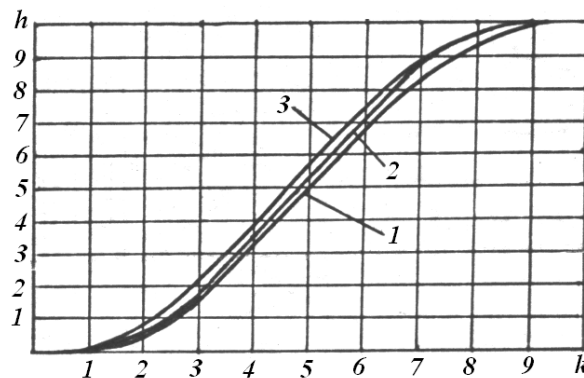


Рис. 2. Вплив жорсткості п'ятки платини на профіль клина:

$$1 - C_2 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}; 2 - C_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}; 3 - C_2 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$$

Авторами досліджено також вплив жорсткості пари платина-клин на профіль клина. При цьому жорсткість пари платина-клин варіювалась в діапазоні $(1,0 \dots 50,0) \cdot 10^5$ Н/м, п'ятки платини – в діапазоні $(1,0 \dots 16,6) \cdot 10^5$ Н/м. За допомогою розробленої програми знайдено масив ординат множини кривих робочого профілю клина з урахуванням жорсткості пари платина-клин. Із множини кривих (рис. 2) вибираємо профіль максимально приближений до ідеального (профіль клина, побудований з урахуванням жорсткості п'ятки платини).

Висновки

В результаті виконаних досліджень:

- запропоновано метод аналітичного проектування безударного профілю (робоча поверхня) платинного клина круглов'язальної машини з урахуванням жорсткості пари платина-клин;
- досліджено вплив жорсткості пари платина-клин на профіль клина;
- розроблено програму та знайдено оптимальну величину жорсткості п'ятки платини (для круглов'язальних машин типу КО $C_2 = 2 \cdot 10^5$ Н/м).

Список використаної літератури

1. Гарбарук В.Н. Проектирование трикотажных машин. – Л.: Машиностроение, 1980. – 472 с.

2. Пипа Б.Ф., Бакан Л.А. Усовершенствование профилей клиньев кругловязальных машин //Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1979. - №. 4 – С. 131-136.
3. Пипа Б.Ф. Усовершенствование профиля платинного замка кругловязальной машины //Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1980. – №. 1 – С. 108-111.
4. Пипа Б.Ф., Плешко С.А. Удосконалення робочих органів механізмів в'язання круглов'язальних машин. – К.: КНУТД, 2012. – 470 с.
5. Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин. – М.: Высшая школа, 1978. – 269 с.

Стаття надійшла до редакції / Article received: 01.07.2013

Аналитическое проектирование безударного профиля платинного клина кругловязальной машины

Пипа Б.Ф., Хомяк О.М., Марченко А.И.
Киевский национальный университет технологий и дизайна

Предложен метод аналитического проектирования безударного профиля платинного клина кругловязальной машины с учетом жесткости пары платина-клин. Представлены результаты исследований по оценке влияния жесткости пятки платины на профиль платинного клина.

Ключевые слова: кругловязальная машина, платина, платинный клин, жесткость пары платина-клин, безударный профиль клина.

Analytical planning of unstressed profile of platinum wedge of knitting machine

В. Pipa, O. Khomyak, A. Marchenko
Kyiv National University of Technologies and Design

The method of the analytical planning of unstressed profile of platinum wedge of knitting machine offers taking into account inflexibility of pair platinum-wedge. The results of researches are presented as evaluated by influence of inflexibility of heel of platinum on the profile of platinum wedge.

Keywords: knitting machine, platinum, platinum wedge, inflexibility of pair is a platinum-wedge, unstressed profile of wedge.