

УДК:687.053.7

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОКРОКОВИХ КУЛАЧКОВИХ
ПРОГРАМОНОСІЇВ ШВЕЙНИХ МАШИН-НАПІВАВТОМАТІВ**

В.О. ПИЩИКОВ, Б.В. ОРЛОВСЬКИЙ

Київський національний університет технологій та дизайну

Розроблено вдосконалений метод проектування жорстких багатокрокових програмоносіїв циклових швейних машин-напівавтоматів. На основі запропонованої оригінальної методики визначені вихідні дані (δ , θ , $d = 2r = \rho$), які необхідні для структурного і кінематичного синтезу багатокрокових кулачкових програмоносіїв. Визначені структурні особливості побудови фаз-кроків багатокрокових кулачкових програмоносіїв швейних машин-напівавтоматів

В роботі [1] автори цієї статті зазначили що в літературі, яка присвячена проектуванню швейних машин кулачкові програмоносії («копіри») циклових швейних машин-напівавтоматів по суті справи не розглядаються. Намагання деяких авторів подати методику їх проектування з використанням відомих «загально-інженерних» методів є вкрай помилковими. У загально-технічній літературі з проектування кулачкових механізмів ці унікальні кулачки, їх структура, особливості способу їх проектування теж не знайшли відображення. В указаній вище роботі автори запровадили терміни: «багатокрокові» та «кроково-ступенчаті» кулачки, щоб відокремити ці особливі кулачки-програмоносії від звичайних - однокрокових.

Об'єкти та методи дослідження

Багатокрокові та кроково-ступенчаті кулачкові програмоносії швейних машин-напівавтоматів містять декілька десятків фазових кутів-кроків кожен з яких, як окремий кулачок, забезпечує коромисловому штовхачу рух типу «вистій-переміщення-вистій» або «вистій-переміщення» – залежно від прийнятого відліку фаз-кроків (рис.1).

У більшості випадків фазові переміщення $\delta = R_2 - R_1$ розташовуються відносно центра О обертання програмоносія ступенчато, тобто мають різні значення радіусів їх основного кола R_1 та різну величину фазових переміщень δ , що обумовлено рапортом строчки її конфігурацією, співвідношенням довжини стібків, що утворюють строчку [2]. В роботі розглядається розрахункова схема до одної фази-кроку програмоносія.

Постановка завдання

В основу розрахунків та побудови профілю багатокрокових та кроково-ступенчатих кулачкових програмоносіїв покладена зовсім інша ніж зазвичай концепція, відповідно, використовується особливий, унікальний спосіб та алгоритм їх структурного та метричного синтезу. Проектування кулачкових програмоносіїв передбачає необхідність визначення (вибір) взаємопов'язаних вихідних даних які складають **тріаду параметрів** $d = 2r = \rho$, що визначає, співвідношення: **діаметра ролика** d коромислового штовхача; **радіусів** r – дуг окружностей центрального профілю; **радіусів** ρ – дуг окружностей еквідистант, що окреслюють робочий профіль кожної окремої фази руху програмоносія.

Усвідомлений вибір значення параметрів тріади передбачає знання впливу її величини на характеристики копінного диска, як специфічного вибору механізму та на функціональні й динамічні характеристики програмоносія, як ведучої ланки механізму коливання голки або переміщення матеріалу у циклових швейних машинах-напівавтоматах.

Результати та їх обговорення

Алгоритм структурного та кінематичного синтезу багатокрокових кулачкових програмоносіїв передбачає не тільки вибір значення тріади $d = 2r = \rho$ але і вибір основної функціональної характеристики –«дельта» $\delta = R_2 - R_1$ фазового переміщення ролика 1 (рис.1) коромислового штоvwхача 2. З цього випливає необхідність визначення зв'язку величини «дельта» з основною складовою тріади – діаметра d ролика кулачка-програмоносія 3.

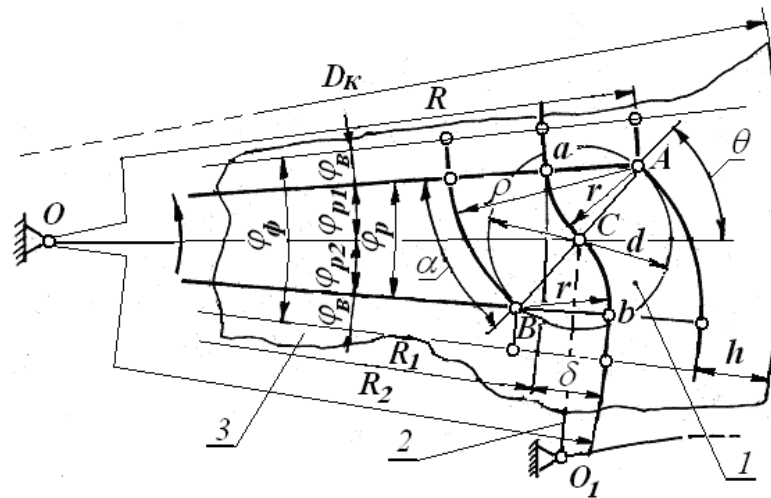


Рис.1. Розрахункова схема фази-кроку багатокрокового кулачка-програмоносія циклових швейних напівавтоматів

З розрахункової схеми (рис.1) впливають наступні залежності:

$$\begin{aligned} OA &= R_1 + 0,5d, \\ OB &= R_1 + \delta - 0,5d, \\ OA - OB &\approx d \cdot \cos\theta \end{aligned} \tag{1}$$

звідки

$$\delta = d(1 - \cos\theta) \tag{2}$$

та пов'язані виразом (2) залежності:

$$d = \frac{\delta}{(1 - \cos\theta)} \tag{3}$$

$$\cos\theta = 1 - \frac{\delta}{d}, \tag{4}$$

де θ – кут тиску, який характеризує крутизну профілю пазу та динамічні його характеристики [2];

δ – фазове прирощення радіуса R_1 основного кола.

Залежності (2)...(4) свідчать що кут тиску θ та величина діаметру d ролика визначають можливе фазове прирощення $\delta = R_2 - R_1$.

Оскільки кут тиску θ звичайно не беруть більшим за 45° [2, 3] то можливі значення δ , порівняно з величиною d виявляються досить малими. Навіть при $\theta = 45^\circ$ $\delta_{\max} \approx d(1 - \cos\theta \leq 0,3d)$. При зменшенні значень d та кута θ суттєво зменшується головна функціональна характеристика δ кулачка. Наприклад, при $\theta = 30^\circ$ $\delta \approx 0,12d$, а при $\theta = 20^\circ$ $\delta \approx 0,06d$. З цього випливає необхідність використання в крокових кулачках порівняно великого значення діаметра d ролика та кутів тиску $\theta = 40...44^\circ$.

Залежність $\delta = f(d, \theta)$ та залежність R від d, θ для значень фази руху $\varphi_p = 4^\circ$ і $\varphi_p = 6^\circ$ наведені на рис.2 і в табл. 1.

Таблиця 1. Розрахункові параметри програмоносія

Вихідні дані		$\delta, \text{мм}$	$R, \text{мм}$ при	
$d, \text{мм}$	θ		$\varphi_p = 6^\circ$	$\varphi_p = 4^\circ$
6	30	0,80	21	40
	35	1,1	31	46
	40	1,4	35	52
	45	1,8	39	57
8	30	1,1	36	54
	35	1,4	42	61
	40	1,9	41	69
	45	2,3	52	76
10	30	1,8	46	67
	35	1,8	52	77
	40	2,3	59	86
	45	2,9	65	95

Вихідні дані		$\delta, \text{мм}$		$R, \text{мм}$ при	
$d, \text{мм}$	θ		$\varphi_p = 6^\circ$	$\varphi_p = 4^\circ$	
12	30	1,6	55	80	
	35	2,2	63	92	
	40	2,8	70	103	
	45	3,5	77	114	
14	30	1,8	64	93	
	35	2,5	73	107	
	40	3,3	82	120	
	45	4,1	90	132	
16	30	2,1	73	107	
	35	2,9	84	123	
	40	3,7	94	138	
	45	4,7	103	151	

Що до параметрів R , який обумовлює габарит копіру ($D_k \approx 2R + r$) його величина зростає зі збільшенням значень d і θ та зменшенням величини фази руху φ_p , особливості визначення якої розглянуто нижче.

Залежності (1), (2) які відображені в табл.1 та номограми (рис.2) свідчать, що значення $\delta = 2,0 \dots 3,5 \text{ мм.}$, необхідні для швейних машин-напівавтоматів, при порівняно невеликих габаритах копіру, ($R \approx 75 \dots 80 \text{ мм, } D_k \approx 175$) можна одержати при величині $d \approx 11 \dots 13 \text{ мм.}$, та куті тиску θ близькому до гранично допустимого $[\theta] = \theta_{\max} = 45^\circ$.

Лише при таких значеннях d і θ , та, додатково, використанні передавальних відношень $i = \frac{\delta}{t} \approx 0,7 \dots 0,4$, відповідних важільних або просторових механізмів для переміщення матеріалу (фурнітури), або поперечного коливання голки, можна одержати стібки довжиною $t = 4 \dots 8$ мм, необхідні для виготовлення закріпок, петель на одязі, пришивання фурнітури.

Вочевидь прийняте у практиці швейного машинобудування значення триади $d = 2r = \rho = 12$ мм та куті тиску $\theta = 40 \dots 44^\circ$ є цілком обґрунтованими і раціональними. Зважаючи на те, що технологія виготовлення багатокрокових кулачків-програмоносіїв, яка в усіх її аспектах удосконалювалася на протязі багатьох десятиріч, зорієнтована саме на цю величину, змінювати її, без важливих на те причин недоцільно.

На номограмі (рис. 2) окрім залежності $\delta = f(d, \theta)$ показаний зв'язок параметрів d і θ величиною радіуса R який і визначає діаметр D_K програмного диску 3 (рис.1). Графічні залежності $R(d, \theta)$ на рис.2 побудовані з використанням формули:

$$R = \frac{d \sin \theta}{\sin \varphi_p} \quad (5)$$

Наприклад, для користування номограмою на рис.2 приймають значення $\delta = 2 \dots 3,5$ мм і знаходять відповідну величину d триади. На рис.2 двома пунктирними лініями для $\delta = 3$ мм отримані значення параметрів триади $d = 2r = \rho = 12$ мм при куті тиску $\theta = 42^\circ$.

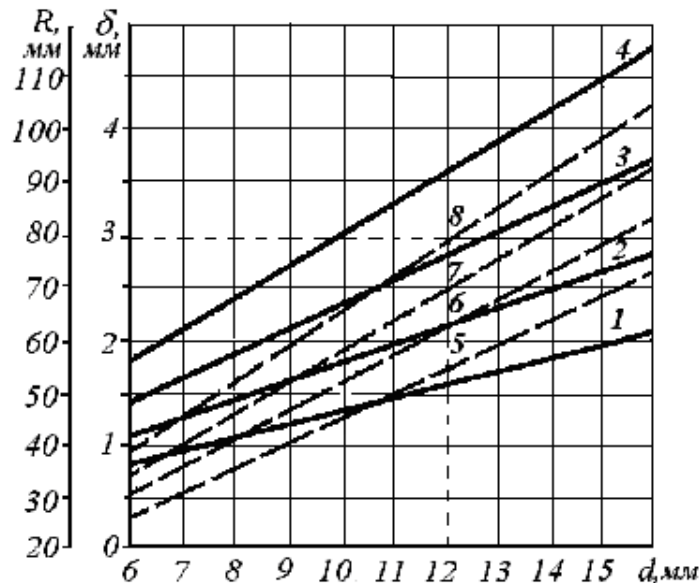


Рис. 2. Номограма належності δ та R від значення d при різній величині кута тиску θ :
1, 2, 3, 4 – $\delta(d)$, відповідно, при $\theta = 30, 35, 40, 45^\circ$; 5, 6, 7, 8 – залежність $R(d)$ відповідно, при
 $\theta = 30, 35, 40, 45^\circ$

Вибір величини триади параметрів в її органічному зв'язку зі значенням кута тиску θ і величиною δ забезпечує можливість розрахунку усіх параметрів першої визначальної фази-кроку кулачкового програмоносія.

Розрахункову формулу для визначення радіусу R_1 основного кола профілю паза багатокрокового кулачка-програмоносія для наведеної на рис.1 фази-кроку визначаємо з трикутника OAB з використанням отриманих вихідних даних: $\delta = 3$ і $d = 2r = \rho = 12$ мм.

Наприклад, при прийнятих значеннях: $d = 2r = \rho = 12$ мм, $\delta = 3$ мм і $\varphi_p = 6^{\circ}17'$ за теоремою косинусів визначають довжину радіусу $R_1 = R_{min}$ основного кола центрального профілю.

$$D^2 = (R_1 + 6)^2 + (R_1 - 3)^2 - R_1 + 6 \cdot R_1 - 3 \cdot 2 \cos \varphi_p. \quad (6)$$

Після перетворень вираз (6) набуває вигляду квадратного рівняння:

$$aR_1^2 + bR_1 - c = 0, \quad (7)$$

де $a \approx 0,01202$; $b \approx 0,03606$; $c \approx 63,216$

В результаті одержуємо:

$$R_1 = \frac{-0,03606 + \sqrt{0,0013 + 4 \cdot 0,0120 \cdot 63,216}}{0,02404} \approx 71,036 \approx 71 \text{ мм}$$

Потім визначають інші параметри профілю пазу кулачка 3 (рис.1): $R_2 = R_1 + \delta = 74$ мм;
 $R = R_1 + r = 77$ мм; $AB = d = 12$ мм; $\rho = d = 12$ мм.

З умови виключення жорстких ударів на початку та в кінці руху коромислового штовхача центр A дуги r окружності розташовано (рис.1) на прямій, що проходить через точки O та початок фази руху точку a , відповідно, центр B другої дуги r окружності розташовано на прямій, що проходить через центр O та кінець фази руху точку b . Умові, що забезпечує відсутність жорсткого удару при переході від прискореного руху на увігнутої частини aC центрального профілю до уповільненого руху на опуклої Cb його частині відповідає розташування точки C спряження дуг всередині відрізка $AB = d$ [3].

При цьому кути повороту кулачка φ_{p1} та φ_{p2} , необхідні виявляються різними. Радіус-вектор OC , що визначає положення точки C перегину центрального профілю та поділяє фазу руху φ_p на два нерівних кути $-\varphi_{p1}$, φ_{p2} визначаємо також з теореми косинусів на прикладі вже відомих вихідних даних:

$$OC = \sqrt{(OA)^2 + (AC)^2 - 2OA \cdot AC \cdot \cos \alpha} = 72,39,$$

де $\alpha = \arccos \frac{(OA)^2 + (AB)^2 - (OB)^2}{2OA \cdot AB} = \arccos 0,7841 = 38^{\circ}22'$.

Кут фази прискореного одного руху ролика 1 на одному кроці кулачка 3 дорівнюється:

$$\varphi_{p1} = \arccos \frac{(OA)^2 + (OC)^2 - (AC)^2}{2OA \cdot OC} = \arccos 0,99867 = 2^{\circ}57', \quad (8)$$

а кут фази уповільненого руху ролика 1 на одному кроці кулачка 3 дорівнюється:

$$\varphi_{p2} = \varphi_p - \varphi_{p1} = 6^{\circ}17' - 2^{\circ}57' = 3^{\circ}20' \text{ або} \quad (9)$$

$$\varphi_{p2} = \arccos \frac{(OC)^2 + (OB)^2 - (BC)^2}{2OC \cdot OB} = \arccos 0,9983 = 3^{\circ}20', \text{ що підтверджує коректність розрахунків.}$$

На фазі кутів φ_{p1} і φ_{p2} фазові переміщення δ_1 і δ_2 (рис.1) складають:

$$\delta_1 = OC - R_1 = 72,39 \text{ мм} - 71 \text{ мм} = 1,39 \text{ мм} \approx 1,4 \text{ мм} \quad (10)$$

$$\delta_2 = R_2 - OC = 74 \text{ мм} - 72,39 \text{ мм} = 1,61 \text{ мм} \approx 1,6 \text{ мм}. \quad (11)$$

Висновки

Проектування багатокрокових кулачків-програмоносіїв передбачає необхідність вибору та використання у якості вихідних даних трьох взаємопов'язаних параметрів («тріади») $d = 2r = \rho$. Значення d приймають з погляду досягнення необхідної величини фазового переміщення $\delta = \delta_1 + \delta_2 = 2...3 \text{ мм}$ та відповідного за номограмою (рис.2) допустимого кута тиску $\theta = 40...42^\circ$ в кінематичній парі «ролик-програмоносій».

ЛІТЕРАТУРА

1. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Синтез багатокрокових кулачкових програмосіїв швейних машин- напівавтоматів. – Вісник КНУТД. –№5. –2010.
2. Пищиков В.О., Орловський Б.В., Проектування швейних машин: Навчальний посібник для ВНЗ.- К.: Видавничо-поліграфічний дім «Формат». – 2007. – 320 с.
3. Артобелевский И.И., Левитский Н.И., Черкудинов С.А. Синтез плоских механизмов. – М.: – 1959. – 1084 с.