

УДК 621.941.3

В.Кушик, канд. техн. наук

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ШИРОКОДІАПАЗОННІ ЦАНГОВІ ПАТРОНИ ТОКАРНИХ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ БАГАТОШПИНДЕЛЬНИХ АВТОМАТІВ

Подано методи пошуку нових схем, конструкцій і розрахунку кінематичних та силових характеристик широкодіапазонних цангових патронів. Для пошуку нових структур і схем широкодіапазонних цангових патронів застосований диференційно-морфологічний метод, що базується на евристичних методах повного, неповного і комбінованого розчленування затискного елемента. На основі результатів аналізу еталів передачі сил і переміщень у широкодіапазонному цанговому патроні з одиначною мультиплікацією визначені коефіцієнт підсилення патрона і передаточне відношення, а також розроблені конструкції для затиску пруткових заготовок з широкими відхиленнями затискуваних діаметрів щодо токарних багато- і одношпиндельних автоматів та токарно-револьверних верстатів.

Існуючі цангові патрони розраховані на затиск одного номіналу діаметрів заготовок (прутків) з відхиленням у межах допуску. В даний час відсутні цангові патрони, що дозволяють закріплювати прутки декількох номіналів діаметрів, а також методики їх проектування.

Виробляти принципи створення ШЦП, що дозволяють розширити діапазон затискуваних заготовок, доцільно з використанням алгебри логіки і теорії множин, що дозволяють розкрити своєрідну "алгебру" структур ЗМ як впорядковану множину елементів, ланок і вузлів з різними зв'язками між ними - логічним відношенням цієї множини. При створенні ШЦП необхідно розв'язати суперечності між відносно великим радіальним ходом затискних елементів і збереженні при цьому основних характеристик сил, жорсткості, точності та ін. Основний вплив на характеристики ШЦП буде створювати відхилення діаметрів затискуваних заготовок. Для створення оптимальної структури ШЦП і вибору варіанту його структури розроблена морфологічна матриця основних альтернатив, що дозволяє серед множин варіантів формул структур ШЦП виділити основні. При виборі структури ШЦП необхідно, щоб вона задовольняла критерії широкодіапазонності.

Широкодіапазонність ЗМ може визначатися за коефіцієнтом охоплення [1]:

$$K_0 = \frac{\overline{\Delta d}}{\Delta d_{cm}}$$

де $\overline{\Delta d}$ - робочий діапазон розмірів заготовок, затискуваних у ШЦП без переналадки;

Δd_{cm} - повний робочий діапазон верстата, що забезпечує затиск заготовки від d_{min} до d_{max} (у пруткових автоматах $d_{min} = 0,5 d_{max}$).

При $K_0 \geq 1$ безступінчасто охоплюється весь діапазон діаметрів заготовок, затискуваних без переналадки. Таким чином, необхідно намагатися створити такий ШЦП, у якому $\Delta d \geq \Delta d_{min}$, тобто $\Delta d \geq \Delta d_{cm}$.

ШЦП з одно- і багаторядною мультиплікацією отримані з використанням евристичного прийому тангенційного розчленування затискного елемента.

Кут радіального розрізування цанги зменшується із збільшенням кількості розрізів губок і дорівнює (рис. 1, а) [3]

$$\beta_p = \frac{2\pi}{z},$$

де z - число розрізів.

Кут тангенційного розрізування дорівнює подвоєному куту клина проміжних

елементів, утворених у результаті граничного розчленування, тобто

$$\beta_T = 2\beta_K = \pi - \beta_P,$$

$$\beta_K = \frac{\pi}{2z}(z-2),$$

$$\beta_T = \frac{2\pi}{z}(z-2),$$

де β_K - половина кута клина додаткового затискного елемента.

Таким чином, при $z=2$, $\beta_K=0$. Це означає, що не може існувати ШЦП з мультиплікацією при двогранному розчленуванні, тобто завжди $z > 2$, а $z_{\min} = 3$. Із рис.1 видно, що кількість граней розчленування впливає на граничний максимальний діаметр затискуваної заготовки, який визначається колом, вписаним у багатогранник тангенційного розчленування [2].

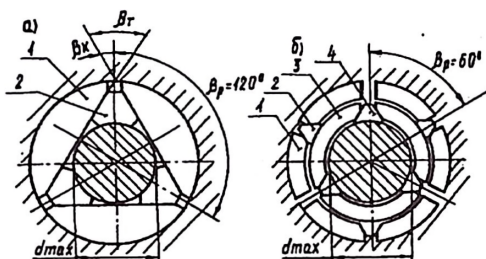


Рис.1. Утворення ШЦП з одинарною (а) і подвійною (б) мультиплікаціями з використанням евристичного прийому тангенційного розчленування.

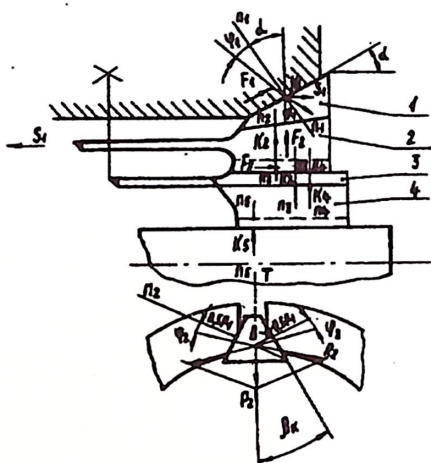


Рис.2. Розрахункова схема для визначення сил ШЦП з подвійною мультиплікацією і циліндричною шапкою.

Чим більше число граней розчленування (або число розрізів), тим більше $d_{\max}$ при постійному зовнішньому діаметрі патрона D_n . При цьому

$$d_{\max} = D_n \sin \beta_K =$$

$$= D_n \sin \left[\frac{\pi}{2z}(z-2) \right].$$

Вищеподані геометричні співвідношення потрібні при проектуванні ШЦП, особливо при багаторядній мультиплікації, причому з метою компактності конструкції, необхідно кратно зменшувати число граней розчленування в наступних мультиплікаціях. Наприклад, при дворядній ($m=2$) мультиплікації, якщо в першому ряді мультиплікації $z=6$ або 8, то в другому ряді

доцільно брати $z = \frac{z_1}{z_2}$ або 4. З метою уніфікації можна вважати $z_1 = z_2$.

ШЦП з одинарною мультиплікацією (рис. 1,а) складається із затискної цанги, яка містить основні 1 та додаткові 2 затискні елементи. Заготовки затискається за рахунок витискування додаткових 2 затискних елементів основними 1. Затискна цанга рухається від труби затиску. При цьому діапазон затискуваної заготовки дорівнює [4,5]

$$\Delta d_{\max} = \frac{x_m \operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta_k},$$

де $\Delta d_{\max}$ - діапазон затискуваних заготовок, що забезпечується ШЦП з одинарною мультиплікацією, мм;

x_m - хід труби затиску, мм.

У ШЦП з подвійною мультиплікацією (рис. 1,б) містяться основні 1 та додаткові 2 затискні елементи затискної цанги і основні 3 та додаткові 4 елементи циліндричної цанги. Заготовка затискується додатковими затискними елементами 4 циліндричної цанги.

У загальному випадку при наявності m -рядів мультиплікації діапазон затискуваних діаметрів дорівнює

$$d_{\max} = \frac{x_m \operatorname{tg} \alpha}{\sin^m \beta_k}.$$

Заготовка в ШЦП затискується за такими основними етапами (рис.2).

I етап. Передача сили від приводу до основних затискних елементів 1 затискної цанги (точка контакту K1) (рис.2)

$$P_1 = S_1 \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi_1).$$

II етап. Передача сили від основних затискних елементів 1 затискної цанги до додаткових 2 (точка контакту K2)

$$P_2 = \frac{P_1}{\cos \varphi_2} \sin(\beta_k - \varphi_2),$$

де $\varphi = \varphi_1 = \varphi_2$ - кут тертя. Передаточне відношення першої мультиплікації ($m = 1$)

$$U_{\text{муп}} = \frac{b}{a} = \frac{1}{\sin \beta_k}$$

III етап. Затиск прутка при одинарній мультиплікації і ковзанні додаткових елементів 2 затискної цанги на основних затискних елементах 3 циліндричної цанги (точка контакту K3). При цьому $P_2 = P_3$, а

$$F_3 = P_3 \operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{P_1}{\cos \varphi_2} \sin(\beta_k - \varphi_2) \operatorname{tg} \varphi_3,$$

де F_3 - сила тертя між додатковими затискними елементами основної цанги і основними циліндричної.

Оскільки $P_2 = T_1$ при $m = 1$, коефіцієнт підсилення патрона дорівнює

$$K = \frac{T_1}{S_1} = \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi_1) \frac{\sin(\beta_k - \varphi_2)}{\cos \varphi_2}$$

Передаткове відношення ШЦП при $m = 1$

$$U_n = U_{\text{муп}} U_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta_k}$$

При встановленні циліндричної цанги з мультиплікацією з'являється ще один ряд мультиплікації ($m = 2$), в якому сили і переміщення передаються аналогічно

першому ряду мультиплікації.

У загальному випадку для ШЦП з $m > 2$ і зв'язаними між собою циліндричними цапгами

$$K_n^m = \frac{\sin^m(\beta_k - \varphi)}{[\lg(\alpha + \beta) + \lg \varphi] \cos^m \varphi}$$

$$U_n^m = \frac{\lg \alpha}{\sin^m \beta_k}$$

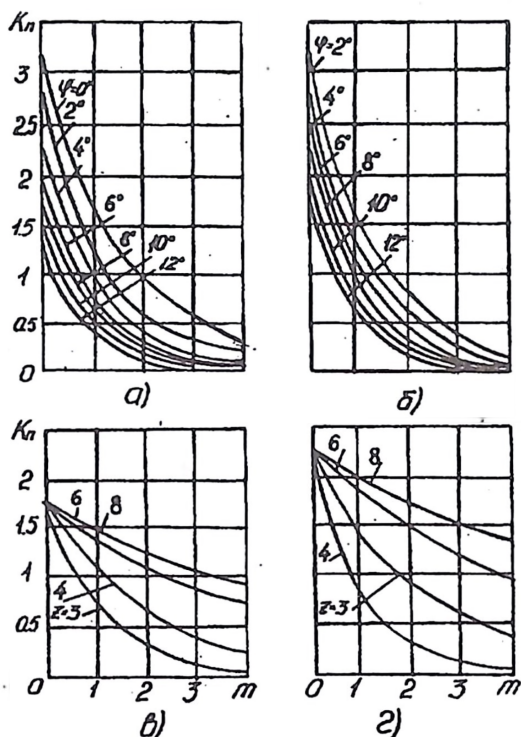


Рис.3. Залежності коефіцієнта підсилення ШЦП від числа рядів мультиплікації при $z=3$ і різних кутах тертя (а, б), при різних числах граней розчленування (в, г) і кутові тертя $\varphi = 8^\circ$

На основі теоретичного аналізу побудовані графіки силових і кінематичних характеристик ШЦП з мультиплікацією (рис.3). Із рис.3 а видно, що коефіцієнт підсилення патрона при $m > 2$ починає зменшуватися і прямує до нуля, а при зменшенні кута тертя збільшується. При відсутності тертя між затисковою і циліндричною цапгами (рис.3 б) і зменшенні кута тертя коефіцієнт підсилення патрона K_p збільшується на 11 %. Число граней розчленування при цьому залишається постійним, $z = 3$. Із рис.3 в видно, що K_n із збільшенням числа граней розчленування починає збільшуватися, а при відсутності тертя між затисковою і циліндричною цапгами збільшується на 11 %. Теоретичний аналіз силових і кінематичних характеристик ШЦП показав, що для створення оптимального патрона для затиску заготовок із широкими відхиленнями діаметра необхідно вважати $m \leq 2$, оскільки при $m \geq 2$, K_n патрона різко спадає. Не-

обхідно намагатися зменшити тертя в ланках ШЦП ($\varphi \rightarrow 0$). Для створення необхідного ходу приводу, щоб забезпечити $\Delta d = 10 \dots 20$ мм, необхідно використовувати самопідналаджувальний привід затиску або приводи із силовим замиканням (гідравлічні, пневматичні, пружинні та інші).

The methods of searching of new schemes, constructions and calculations of wide range collet chucks are discussed. Differential-morphological methods based on evristic ways of complite, incomplete and combined dismemberment of clamping clement for searching of new constructions and schemes of wide range collet chucks are used. Using the results of analysis of the power transmission stages and transference in wide range collet chucks with single multiplication the chuck amplification coefficient and reproducing ratio are found. Constructions for clamping rod blanks with wide deflections of clamping diameters used in machines and turret lathers are worked out.

Література

1. Кузнецов Ю.Н., Дементьев В.И. Широкодиапазонные цанговые патроны // Станки и инструменты. - 1984. - №1. - С.9-12.
1. 2. Кузнецов Ю.Н., Вачев А.А. Принципы создания самонастраивающихся и широкодиапазонных зажимных механизмов. - К.: Знание, 1985. - 21 с.
2. 3. Кузнецов Ю.Н., Кушник В.Г. Широкодиапазонный цанговый патрон для токарных автоматов // Технология и организация производства. - 1987. - №3. - С.32-34
3. 4. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник / Ю.Н. Кузнецов, А.А. Вачев, А.Й. Цървенков / Под ред. Ю.Н. Кузнецова - К.: Техніка; София: Техник, 1988 - 22 с.
4. 5. А.с. №1284725 СССР, МКИ В23 В31/20 Цанговый патрон. Ю.Н. Кузнецов, В.Г. Кушник, Л.В. Левченко - Обubl. Б.И. №3, 1987.

Статтю подав до друку докт. техн. наук, проф. Ю.М. Кузнецов