

УДК 621.941.323

В.Г. Олійник

Державне підприємство «Видавництво «Преса України»

**СИЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦАНГОВИХ ПАТРОНІВ ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ З РОЗШИРЕНИМ ДІАПАЗОНОМ ЗАТИСКУВАНИХ ЗАГОТОВОК**

*Досліджено вплив різних факторів на силові характеристики широкодіапазонних цангових патронів з одинарною мультиплікацією щодо токарно-револьверного верстата з ЧПК*

**Постановка проблеми.** В умовах ринкової економіки, яка вимагає частоті зміни номенклатури продукції, а також переналадки металообробного обладнання, необхідно скоротити час переходу цього обладнання для випуску інших деталей. Сучасні токарно-револьверні верстати, які оснащені цанговими затискними патронами, призначені для затискання заготовок одного поміцалу діаметрів каліброваних прутків у границях допуску.

Для розширення технологічних можливостей токарних автоматів з ЧПК необхідно створити і розробити методику проєктування цангових патронів з широким допуском затискуваних прутків до 3–4 мм.

Проблема полягає у створенні й дослідженні характеристик простих за конструкцією, технологічних і надійних в роботі широкодіапазонних цангових патронів (ШЦП) пруткових автоматів, що дозволяє підвищити їх продуктивність, звести до мінімуму участь людини в обслуговуванні й переналагоджуванні автомата або верстата з ЧПК при автоматизованому завантажувально-розвантажувальній заготовок, скоротити число комплектів цанг і час їх зміни, відповідно зменшити витрати матеріалу і кількість переналадок при переході верстата на обробку прутків різних діаметрів, а також підвищити довговічність механізму затиску і його елементів при рідких переналадках, наприклад в умовах масового і крупносерійного виробництва.

**Аналіз попередніх досліджень.** Розробку принципів створення ШЦП доцільно проводити використовуючи алгебру логіки і теорію 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 вирішити протиріччя між відносно великим радіальним ходом затискних елементів і збереженні при цьому необхідних значень характеристик сил, жорсткості, точності. Значний вплив на силові характеристики ШЦП, а саме на радіальну силу затискання, має відхилення діаметра затискуваних заготовок.

Для визначення широкодіапазонності цангових патронів використовують коефіцієнт обхвату [5]:

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

де  $\Delta d$  – робочий діапазон розмірів заготовок, затискуваних в ШЦП без переналадки;

$\Delta d_{cm}$  – повний робочий діапазон верстата, що забезпечує затиск заготовки від  $d_{min}$  до  $d_{max}$  (в пруткових автоматах  $d_{min} = 0,5 d_{max}$ ).

При  $K_0 \geq 1$  безступінчато охоплюється весь діапазон діаметрів заготовок, затискуваних без переналадки. Таким чином, потрібно намагатись створити такий ШЦП, в якому  $\Delta d \geq d_{min}$ , тобто  $\Delta d \geq d_{cm}$ .

ШЦП з одно- і багаторядною мультиплікацією одержані з використанням евристичного прийому тангенціального розчленування затискного елемента.

Кут радіальної розрізки цанги зменшується із збільшенням кількості розрізів губок і дорівнює (рис. 1):

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

де  $z$  – число розрізів.

Кут тангенціального розрізання дорівнює подвоєному куту клина проміжних елементів, утворених в результаті граничного розчленування, тобто:

$$\begin{aligned} \beta_m &= 2\beta_k = \pi - \beta_p; \\ \beta_k &= \pi / 2z(z - 2); \\ \beta_m &= \pi / z(z - 2), \end{aligned}$$

де  $\beta_k$  – 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 тангенціального розчленування.

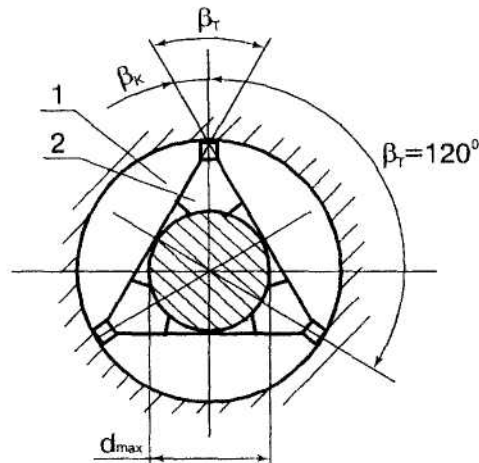


Рис. 1. Утворення широкодіапазонного цангового патрона з одинарною мультиплікацією

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

$$d_{max} = D_H \sin \beta_k = D_H \sin [\pi / 2z(z-2)].$$

Вищенаведені 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  $z = z_1 / z_2 = 3$  або 4. З метою уніфікації можна прийняти  $z = z_2$ .

ШЦП з одинарною мультиплікацією (рис. 1) складається із затискної цанги, яка містить основні 1 та додаткові 2 затискні елементи. Затиск заготовки проходить за рахунок видавлювання додаткових 2 затискних елементів основними 1. Рух затискної цанги здійснюється від труби затиску. При цьому діапазон затискуваної заготовки дорівнює:

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

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

$x_m$  – хід труб затиску, мм.

В роботах [1], [2], [5], [6], [7] проведено дослідження характеристик цангових патронів, у тому числі й широкодіапазонних, але недостатньо висвітлено вплив різних факторів, зокрема зміни коефіцієнта тертя і збільшення числа мультиплікацій, на силові характеристики та коефіцієнт підсилення патрона.

**Мета роботи.** Підвищення надійності затиску пруткових заготовок з широким відхиленням діаметра на токарно-револьверних верстатах з ЧПК за рахунок збільшення радіальної сили затиску внаслідок зменшення тертя в контактуючих ланках широкодіапазонного цангового патрона з одинарною мультиплікацією технологічними методами.

**Результати проведених досліджень.** Затиск заготовок в широкодіапазонному цанговому патроні з одинарною мультиплікацією проходить в декілька етапів.

**I етап.** Передача сили від приводу до основних затискних елементів і затискної цанги (точка контакту  $K_1$ ) (рис. 2):

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

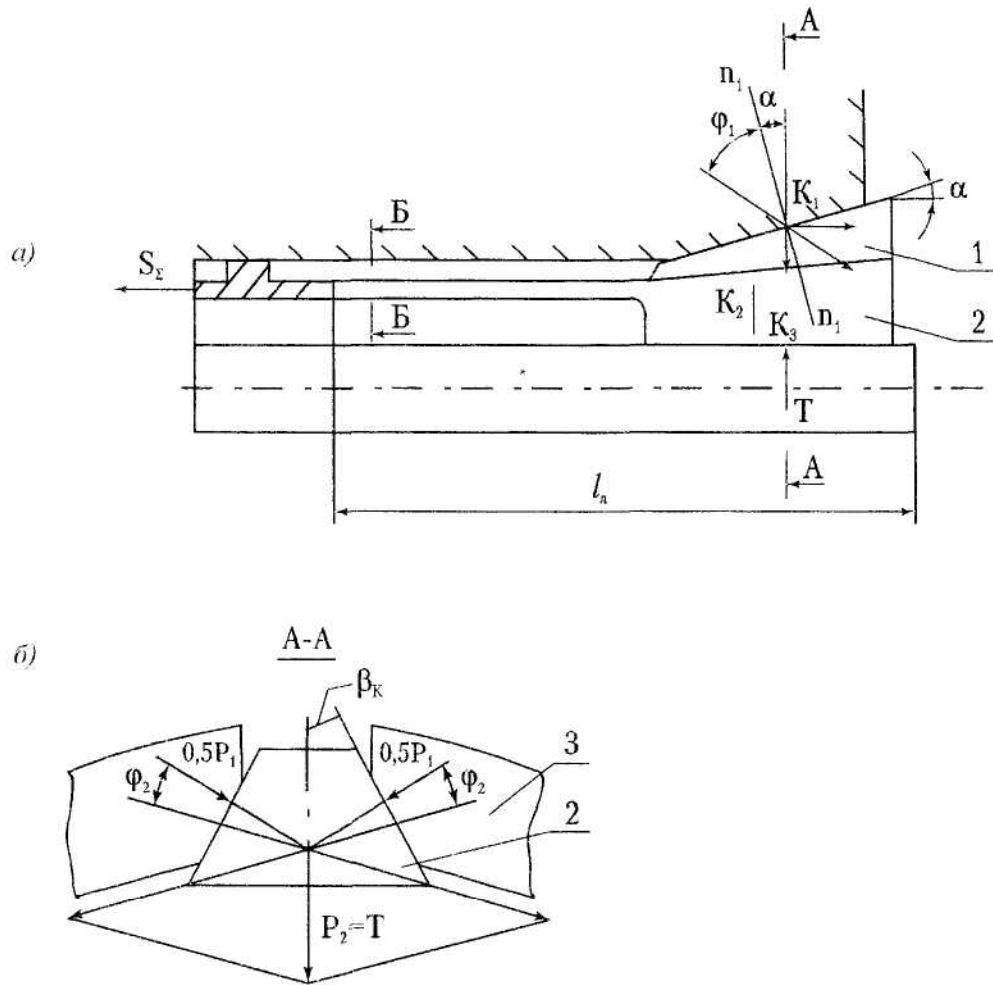


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення сил в широкодіапазонному цанговому патроні з одинарною мультиплікацією

**II етап.** Передача сили від основних затискних елементів 1 затискної панги  $P_2 = \frac{P_1}{\cos \varphi_2} \sin(\beta_k - \varphi_2)$  до додаткових 2 (точка контакту  $K_2$ ):

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

де  $\varphi = \varphi_1 = \varphi_2$  – кут тертя.

В дослідженнях прийнято, що кути тертя між конусом шпинделя і конусом затискної панги  $\varphi_1$ , між основними затискними елементами та допоміжними  $\varphi_2$  мають однакову величину  $\varphi$ , і в інженерних розрахунках приймають [1]  $\text{tg} \varphi = \mu = 0,1$  ( $\varphi = 5^{\circ}43'29''$ ).

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

$$K = \frac{T_1}{S_1} = \frac{\text{ctg}(\alpha + \varphi) \cdot \sin(\beta_k - \varphi)}{\cos \varphi}$$

На основі теоретичного аналізу побудовані графіки силових і кінематичних характеристик ШЦП з мультиплікацією (рис. 3). З рис. 3, а видно, що коефіцієнт підсилення патрона при  $m > 2$  починає зменшуватись і прямує до нуля, а при зменшенні кута тертя – збільшується. При відсутності тертя між затискною і циліндричною цапгами (рис. 3, б) і зменшенні кута тертя коефіцієнт підсилення патрона  $K_n$  збільшується на 11%. Число граней розчленування при цьому залишається постійним,  $z = 3$ . Із рис. 3 видно, що  $K_n$  зі збільшенням числа граней розчленування починає збільшуватись, а при відсутності тертя між затискною і циліндричною цапгами – збільшується на 11%. Проведений теоретичний аналіз силових і кінематичних характеристик ШЦП показав, що для створення оптимального патрона для затиску заготовок з широким відхиленням діаметра необхідно приймати  $m \leq 2$ , оскільки при  $m \geq 2$   $K_n$  патрона різко спадає.

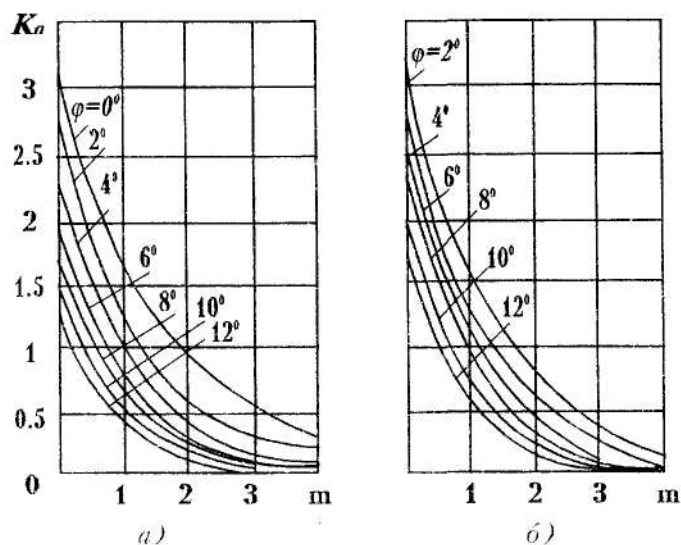


Рис. 3. Залежності коефіцієнта підсилення широкодіапазонного цангового патрона від числа рядів мультиплікації при  $z = 3$  і різних кутах тертя (а, б)

Теоретичні дослідження силових характеристик цангових патронів з розширеним діапазоном затискуваних заготовок за рахунок однорядної мультиплікації показали, що втрати на тертя призводять до погіршення силових характеристик, а саме радіальної сили затиску  $T_1$  і коефіцієнта підсилення  $K$ . Підвищення надійності широкодіапазонних цангових патронів з одинарною мультиплікацією досягається технологічними методами, а саме методом вібраційного накачування. Метод базується на тонкому пластичному деформуванні поверхневих шарів металу і складному відносному переміщенні затискової цанги і деформуючого елемента [8]. Вихідними параметрами технологічного процесу вібраційного накачування є підвищення зносостійкості, контактної жорсткості, твердості поверхонь тертя широкодіапазонного цангового патрона, що призводить до підвищення силових характеристик, а саме – радіальної сили затиску.

#### Висновки:

1. Теоретичними дослідженнями ШП з одинарною мультиплікацією встановлено, що із збільшенням рядів мультиплікацій коефіцієнт підсилення патрона  $K_n$  зменшується за рахунок зниження радіальної сили затиску  $T$  внаслідок зменшення втрат на тертя в ланках патрона.
2. Підвищення силових характеристик можна досягти покращенням якості поверхонь тертя технологічними методами, а саме вібраційним накачуванням.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Дальский А.М. Цанговые зажимные механизмы. – М.: Машиностроение. – 1966. – 168 с.
2. Гавриш А.П., Киричок П.В., Підберезний М.П. Зміщення металевих поверхонь деталей машин та механізмів. – К.: Наукова думка. – 1995. – 174 с.
3. Афтаназів І.С., Гавриш А.П., Киричок П.О. та інші. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням. – Житомир: ЖУТУ. – 2001. – 516 с.
4. Киричок П.О., Кушик В.Г., Олійник В.Г. Прогнозування конструкцій затискних патронів підвищеної надійності // Технологія і техніка друкарства. – 2004. – № 1. – С. 55–60.
5. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник / Ю.П. Кузнецов, А.А. Вачев, С.П. Саров, А.Й. Цыренков / Под ред. Ю.Н. Кузнецова. – К: Техника; София: гос. изд-во "Техника", 1988–222 с.
6. Зажимная цанга. А.С. № 1537380 СССР, МКИ В23В13/00 / Ю.П. Кузнецов, М.Г. Данильченко, В.А. Мартыненко, В.Г. Кушик, В.Е. Лосев, Ю.И. Хома, И.И. Грубьяк, Р.Б. Гевко. – № 4386890/31; заявл. 01.03.88; опубл. 23.01.90; бюл. № 3, 1987.
7. Кузнецов Ю.П., Кушик В.Г. Широкодиапазонный цанговый патрон для токарных автоматов // Технология и организация производства. – 1987. – № 3. – С. 32–34.
8. Киричок О.П. Технологічне забезпечення роботоздатності та надійності елементів та вузлів поліграфічних машин // Технологія і техніка друкарства. – 2003. – № 1. – С. 71.

ОЛІЙНИК Володимир Григорович – директор державного підприємства "Видавництво "Преса України".

Наукові інтереси:

– надійність матеріалів.

Подано 12.09.2004