

УДК 621.941-229.3

Луців І.В., докт. техн. наук, професор  
 Волошин В.Н., канд. техн. наук, доцент  
 Буховець В.М., канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, voloshyn@tk.te.ua

### ГІДРАВЛІЧНІ ТОКАРНІ ПАТРОНИ ІЗ ВТУЛКОВИМИ ЗАТИСКНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ЗАТИСКУ КІЛЕЦЬ

Розмірна токарна обробка кільцевих деталей в значній мірі залежить від деформацій оброблюваних поверхонь під дією сил затиску і різання. Внаслідок закріплення кільцевих деталей у затискних пристроях (ЗП) у багатьох випадках їх деформації є співрозмірними із допуском на механічну обробку. Тому досягнення заданих параметрів точності форми обробленої поверхні кільцевих заготовок є складним технологічним та виробничим завданням. Мінімізація похибки обробки можлива лише за правильно вибраних методів обробки і засобів технологічного оснащення. Вони повинні сприяти зменшенню основних похибок, які можуть виникнути на різних стадіях реалізації технологічного процесу обробки маложорстких кільцевих деталей.

Тип затискного пристрою і схема замикання в ньому сил затиску в значній мірі визначають основні показники затиску [1]. Зменшити похибки форми від дії сил затиску, або уникнути їх взагалі, можна при використанні принципово нових ЗП, робота яких базується на замиканні силового контуру по колу [1]. Такі схеми затиску реалізовані в розроблених авторами гідравлічних ЗП (рис.1, а) із втулковими затискними елементами (ЗЕ) (рис.1, б). Запропоновані ЗП дуже добре поєднуються із приводом затиску верстата (гідравлічним, електромеханічним), створюють рівномірно розподілене зусилля затиску майже по всій поверхні кільцевої заготовки та забезпечують його регулювання в потрібному діапазоні [2, 3].

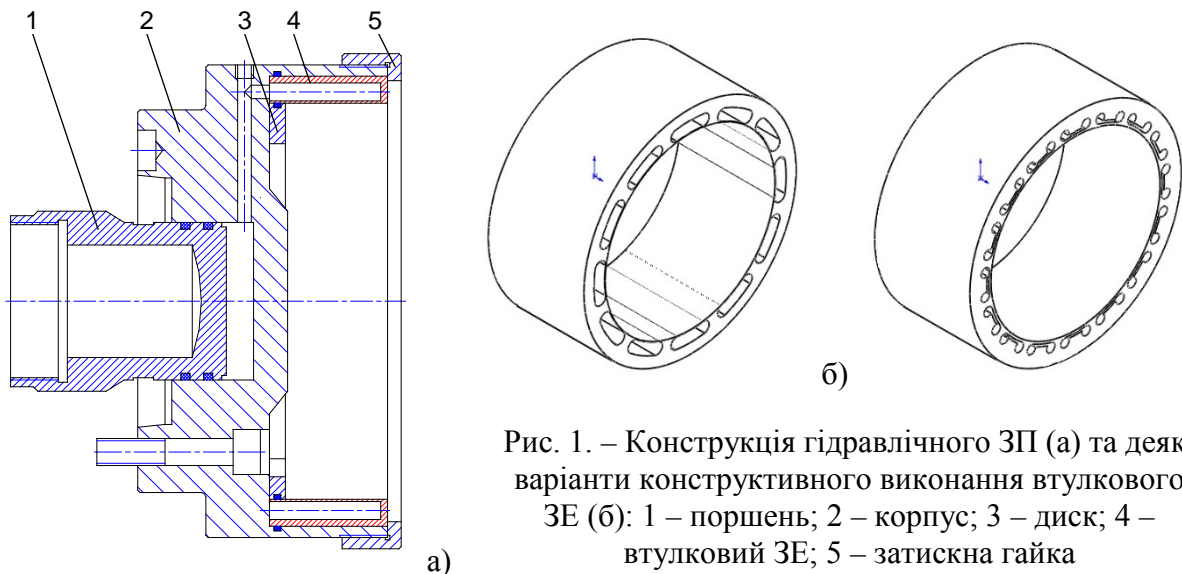


Рис. 1. – Конструкція гідравлічного ЗП (а) та деякі варіанти конструктивного виконання втулкового ЗЕ (б): 1 – поршень; 2 – корпус; 3 – диск; 4 – втулковий ЗЕ; 5 – затискна гайка

В рамках теоретичних досліджень за допомогою САД/САЕ-системи проведено дослідження впливу товщини стінки втулкових ЗЕ та силового навантаження зі сторони приводу затиску на діапазон затиску заготовок. Аналіз отриманих результатів показує, що зі збільшенням товщини стінки в 2 рази (від 1 до 2 мм) діапазон затиску зменшується у 1,5...1,8 рази в залежності від тиску. Із збільшенням тиску в системі затиску діапазон затиску збільшується, причому ця залежність є лінійною.

Для визначення радіальної деформації кільця  $y(\theta)$  при його затиску  $n$  зосередженими рівномірно розподіленими силами  $Q_n$ , що створюються втулковим ЗЕ гідравлічного ЗП,

виведено рівняння радіальної деформації середньої лінії кільця з урахуванням радіальних переміщень внаслідок згину та стиску.

Радіальна деформація кільця внаслідок згину  $y_1(\theta)$  визначається з диференціального рівняння пружної лінії кільця [4]:

$$y_1''(\theta) + y_1(\theta) = -\frac{M(\theta) \cdot R^2}{EI_x}, \quad (1)$$

де  $R$  – середній радіус кільця;

$M(\theta)$  – згинальний момент, який діє в площині перетину  $\theta$ ,

$$M(\theta) = Q_n R \left[ \frac{n}{2\pi} - \frac{\cos(\pi/n - \theta)}{2 \sin \pi/n} \right],$$

$E$  – модуль пружності матеріалу кільця;

$\theta$  – полярний кут;

$I_x = Lh^3/12$  – осьовий момент інерції кільця;

$L$  – ширина кільця;

$h$  – товщина стінки кільця.

Радіальна деформація кільця внаслідок колового стиску (розтягу)  $y_2(\theta)$  визначається з диференціального рівняння пружної лінії кільця [4]:

$$y_2''(\theta) + y_2(\theta) = -\frac{N(\theta) \cdot R}{EF}, \quad (2)$$

де  $N(\theta)$  – поздовжня сила, яка діє в площині перетину  $\theta$ ,

$$N(\theta) = \frac{Q_n}{2 \sin \pi/n} \cos\left(\frac{\pi}{n} - \theta\right);$$

$F = Lh$  - площа перерізу кільця.

Після розв'язання рівнянь (1) і (2) та у відповідності до принципу суперпозиції радіальна деформація кільця визначиться за формулою:

$$y(\theta) = y_1(\theta) + y_2(\theta). \quad (3)$$

Проведено моделювання радіальної деформації кільця  $y(\theta)$  при його затиску 8, 10, 12 зосередженими рівномірно розподіленими силами, які створює втулковий ЗЕ гідравлічного ЗП, з урахуванням радіальних переміщень внаслідок згину та стиску та при співвідношенні  $h/R=0,05$ , і  $h/R=0,1$ . Із аналізу результатів моделювання випливає, що збільшення кількості сил затиску та відношення  $h/R$  супроводжується сильнішим впливом радіальних переміщень внаслідок колового стиску (розтягу) на загальну радіальну деформацію кільця. Це є підставою твердити, що розроблені гідравлічні ЗП забезпечують рівномірність затиску при обробці деталей типу кілець і сприяють значному зменшенню похибок токарної обробки.

#### Список посилань

1. Зажимные механизмы для высокопроизводительной и высокоточной обработки резанием: монография [Текст]/ Ю.Н. Кузнецов, В.Н. Волошин, П.М. Неделчева, Ф.В. Эль-Дахаби. – Габрово: «Васил Априлов», 2010. – 724 с.

2. Луців І.В. Комп'ютерне моделювання складових самоналагоджувального комплексного оснащення для токарної обробки [Текст]/ І.В. Луців, В.Н. Волошин, В.М. Буховець // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль в машинобудуванні. – 2012.– Випуск 746. – С.28 – 31.

3. Lutsiv I. Ring-shaped parts form accuracy improvement in lathe machining using complex self adjusting equipment [Текст]/ Ihor Lutsiv, Vitaliy Voloshyn, Valeriy Buhovets // Professional Studies: Theory and Practice. Technological Sciences. – Siauliai State College. Tallinn University of Applied Sciences. Lithuania. – 2016/1 (16). - P. 80-85.

4. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 1 [Текст]/ И.А. Биргер, Я.Г. Пановко и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 831 с.