

УДК 621.941.2-229.323

**І.В. Луців, докт. техн. наук, проф., В.Н. Волошин, канд. техн. наук, доц.,  
В.М. Буховець**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ФОРМУВАННЯ ПОХИБКИ ФОРМИ ПРИ ОБРОБЦІ КІЛЬЦЕВИХ  
ЗАГОТОВОК БАГАТОЛЕЗОВИМ САМОНАЛАГОДЖУВАЛЬНИМ  
ОСНАЩЕННЯМ З ВРАХУВАННЯМ СИСТЕМИ ЗАТИСКУ**

**I.V. Lutsiv, V.N. Voloshyn, V.M. Buhovets**

**SHAPE ERROR FORMATION IN RING WORK PIECES MACHINING  
USING SELF-ADJUSTED MULTIEDGE ACCESSORIES  
WITH REGARD TO CLAMPING SYSTEM**

У порівнянні з однолезовою обробкою кільцевих заготовок багатолезове різання є одним із ефективних і високопродуктивних методів зменшення макро- і мікропохибок обробки та неприпустимих коливань при різанні. Проте точність форми при обробці багатолезовим інструментальним оснащенням кільцевих заготовок в значній мірі визначається параметрами затискної системи для їх базування і закріплення. Нерівномірна жорсткість затискного пристрою, що має дискретне розташування затискних елементів по контуру затиску, спричиняє зміну складових радіальних відтискань, що негативно впливає на точність форми оброблюваної поверхні. Для зменшення впливу сили затиску та досягнення необхідного допуску круглості існують стандартні шляхи вирішення цієї проблеми: розподіл затискного зусилля за рахунок збільшення числа точок його прикладання; розподіл затискного зусилля за рахунок збільшення площі контакту; регулювання затискного зусилля. Але всі ці шляхи вимагають визначення оптимального числа затискних елементів і сили затиску в кожному кутовому положенні затискних елементів для запобігання повертання деталі при забезпеченні деформації в межах допустимих значень.

Виходячи із вище викладеного актуальною є розробка аналітичної моделі формування похибки форми для прогнозування кінцевого профілю кільцевих деталей при точінні з використанням багатолезового оснащення самоналагоджувального типу.

Формування відхилень форми кільцевих циліндричних деталей є наслідком наступних ефектів: пружної деформації у зв'язку із дією сил затиску; деформації внаслідок дії сил різання; залишкових напружень, викликаних процесом обробки.

Нами запропоновано теоретичну модель формування похибки форми кільцевих деталей, яка включає вплив сил різання при обробці багатолезовим оснащенням та сил реакції в стикі між заготовкою і кулачками.

Основою моделі є теоретичні підходи до визначення деформації кільцевих заготовок при зовнішньому навантаженні силами затиску (рис.1) та внутрішніми навантаженнями, викликаними силами різання, що виникають при обробці багатолезовим самоналагоджувальним оснащенням (рис.2).

Так, наприклад, рівняння рівноваги при дволезовому розточуванні кільцевої заготовки (рис.2) можуть бути виражені через сили різання і сили реакції затискних елементів:

$$\sum F_x = \sum_{i=1}^n (R_{cut})_i \sin \phi_i + \sum_{i=1}^n (T_{cut})_i \cos \phi_i - F_r \sin \gamma - F_t \cos \gamma + F_r \sin(\gamma + \pi) + F_t \cos(\gamma + \pi) = 0;$$

$$\sum F_y = \sum_{i=1}^n (R_{cut})_i \cos \phi_i + \sum_{i=1}^n (T_{cut})_i \sin \phi_i - F_r \cos \gamma - F_t \sin \gamma + F_r \cos(\gamma + \pi) + F_t \sin(\gamma + \pi) = 0$$

;

$$\sum M_z = -2F_t r_{in} + \sum_{i=1}^n (T_{cut})_i r_{out} = 0.$$

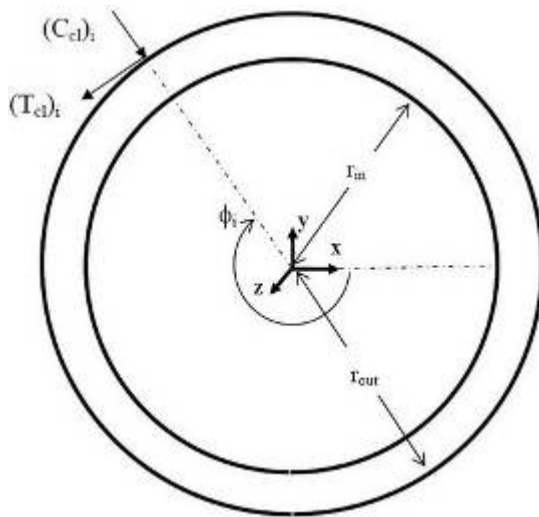


Рис. 1. Зусилля на затискному елементі при затиску кільцевої заготовки

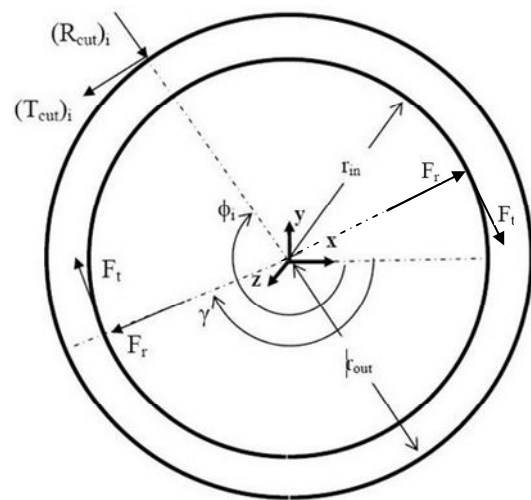


Рис. 2. Сили різання і реакції на затискних елементах, викликані ними, при дволезовому розточуванні

Дана система є статично невизначеною, тому для її розв'язку складаються додаткові рівняння з використанням теореми Кастельяно для відхилень кільця під дією зайвих реакцій.

Результатами моделювання є кінцеві профілі кільцевих циліндричних деталей при певних умовах обробки різною кількістю лез багатолезового самоналагоджувального оснащення. По кінцевому профілю після обробки багатолезовим самоналагоджувальним оснащенням і прогнозуючій моделі сил реакції затискних елементів можна визначити мінімальне число затискних елементів та діапазон прийнятних сил затиску, що гарантує необхідний допуск круглості кільцевих циліндричних деталей, забезпечуючи їх надійний затиск під час обробки.

### Література.

1. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія/ Упоряд. Кузнецов Ю.М.. – К.: - Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
2. Кузнецов Ю.Н., Драчев О.И., Луцив И.В., Шевченко А.В., Волошин В.Н. Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки: монография/ Ю.Н. Кузнецов, О.И. Драчев, И.В. Луцив [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 480 с.
3. Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М. Комп'ютерне моделювання складових самоналагоджувального комплексного оснащення для токарної обробки// Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль в машинобудуванні. – 2012.– Випуск 746. – С.28 – 31.