УДК 621.9

Ю. Вовк
Тернопільський державний технічний університет ім. Івана Пулюя

ДО ПИТАННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ ВРІЗАННЯ ПРИ ОБРОБЦІ ОТВОРІВ З ПЕРЕКОШЕНОЮ ПОВЕРХНЕЮ ТОРЦЯ

В статті дано обґрунтування величини перекошування торця при різанні заготовки для подальшої обробки отвору. Визначено величину перекошування торця при обробці на різних верстатах при серійному виробництві в середньому машинобудуванні. Розглянуто можливість регулювання процесу врізання при обробці отворів з перекошеною поверхнею торця інструментами з плаваючими різальними блоками. Запропоновано конструкції інструмента для обробки отвору в деталі з перекошеним торцем з використанням С-подібних пружин.

Умовні позначення

N - нормальна сила реакції;
φ_o - кут в плані;
T - сила тертя;
h – величина перекошування торця деталі.

Обробку отворів прийнято розглядати як безперервний процес, для якого дані певні режими різання [1]. В дійсності в процесі обробки виникають перехідні процеси, які відбуваються при входженні і виході інструмента з тіла деталі. В цих випадках вплив на продуктивність і якість виконання процесу обробки отворів має величина неперпендикулярності поверхні торця до вісі отвору.

Механізми для регулювання перехідних процесів різання при врізанні леза інструмента в тіло заготовки і його виході із контакту з тілом заготовки приведені в роботі [2]. Вони забезпечують в одних випадках лише плавне врізання, а в інших - як плавне врізання, так і плавний вихід леза інструмента із заготовки. При дворізцевій токарній обробці авторами [2] пропонується жорстка фіксація різців на етапі врізання і вхід різців в тіло заготовки з подачею, яка в два рази менша від подачі на етапі усталеного різання. Після повного врізання система розгальмовується і має місце адаптивний кінематичний зв'язок між інструментами.

Крім того, розроблено ряд конструкцій інструмента для згладжування нерівномірності зусиль, що виникають в процесі обробки отворів [3]. Він являє собою оправку з розточувальним блоком, в якій розточувальний блок підтискається циліндричною пружиною з фіксацією його і торця пружини. Така конструкція дозволяє вирівнювати осьові зусилля, що виникають на різальних кромках блоку в процесі розточування отвору з перекошеним торцем. Недоліком такої конструкції є обмеження мінімального діаметра розточування діаметром пружини, що монтується в оправці.

В період самовстановлювання плаваючий інструмент при підході до заготовки контактує з нею забірною частиною одної з різальних крайок внаслідок можливого зміщення плаваючого блоку відносно торця отвору заготовки.

В [4] розглянуто загальний випадок, коли крайки інструмента знаходяться в одній площині, перпендикулярній до осі шпинделя. Схема дії сил при встановленні плаваючого блоку показана на рис.1.

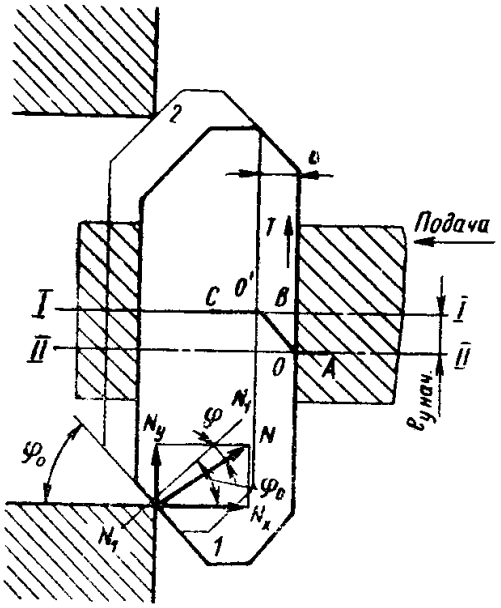

Рис. 1. Схема дії сил при самовстановлюванні плаваючого блоку: $e_{унач}$ – величина відхилення осі інструмента від осі отвору; φ_o - кут в плані різального леза; T – сила тертя; φ – кут тертя

При контактуванні однієї з різальних крайок забірної частини блоку із заготовкою під час подачі в місці контакту з'являється нормальна сила реакції N , величина якої залежить від кута в плані φ_o забірної частини різальної крайки і коефіцієнта тертя на різальній крайці і в напрямному пазі державки, який визначається кутом тертя.

В період самовстановлювання інструмент переміщується радіальною силою N_y, величина якої залежить від кута в плані φ_o забірної частини, коефіцієнта тертя (сили тертя) в місці контакту інструмента із заготовкою.

Якщо розкласти силу N на дві складові: осьову N_x і радіальну N_y , то сила [4]

$$N_y = N_x ctg(\varphi_o \pm \varphi). \quad (1)$$

Інструмент переміщується в радіальному напрямку за умови, якщо сила N_y буде більша за опір тертю T в напрямному пазі державки:

$$N_y > T \ . \quad (2)$$

Для визначення механізму самовстановлювання плаваючого блоку виражають [1] силу тертя T через силу N_x і коефіцієнт тертя μ пари інструмент-державка:

$$T = \mu N_x \ . \quad (3)$$

Рівняння (3) справедливе без врахування моменту сил тертя ковзання торця заготовки по різальній крайці.

Підставивши в формулу (2) значення N_y і T, отримаємо вираз, який визначає умови самовстановлювання плаваючого блоку при контактуванні однієї з різальних крайок із заготовкою до початку стружкоутворення [4]:

$$ctg(\varphi_o \pm \varphi) > \mu \ . \quad (4)$$

З нерівності (4) випливає те, що для полегшення самовстановлювання інструмента необхідно зменшити кут в плані його забірної частини і коефіцієнт тертя як на забірній частині інструмента (tg φ), так і в пазі державки (μ). При дуже великому куті φ_o або великій силі тертя в пазі державки може відбутися самогальмування інструмента. В цьому випадку самовстановлювання не відбудеться і різання буде проводитися однією крайкою, як при звичайному поздовжньому точінні. Кут тертя [4]

$$\varphi = arctg\mu \ . \quad (5)$$

Повна компенсація величини зміщення $e_{унач}$ відбувається тоді, коли центр блоку (точка O) під дією подачі і сили тертя перемістяться в точку O'. При цьому блок в напрямку руху подачі здійснить шлях l.

З трикутника OBO' [4]:

$$l = O'B = \frac{OB}{tg < BO'O} = \frac{e_{унач}}{tg\varphi_0}.$$

Цей шлях в поздовжньому напрямку блок пройде із швидкістю $\frac{sn}{60}$, яка визначається режимами різання, де S – подача в мм/об; n – частота обертання заготовки в об/хв.

За умови, що час руху блоку в поздовжньому і поперечному напрямках до повної компенсації зміщення буде однаковим, швидкість переміщення блоку в пазі оправки

$$u = \frac{s \cdot n \cdot tg\varphi_0}{60}. \quad (6)$$

Час зміщення блоку в радіальному напрямку на величину $e_{унач}$

$$t_y = \frac{e_{унач}}{s \cdot n \cdot tg\varphi_0}. \quad (7)$$

Час самовстановлювання блоку визначається величиною зміщення $e_{унач}$, режимами різання і кутом в плані φ_o плаваючого блоку.

Ламана $AOO'C$ на рис.1 являє собою теоретичну криву процесу самовстановлювання дволезового блоку з прямолінійним різальними кромками і кутом в плані φ_o.

Ділянка AO цієї ламаної відповідає етапу підходу плаваючого блоку. З моменту першого контакту різальної кромки 1 точка O плаваючого блоку починає рухатись по похилій ділянці OO'. Період самовстановлювання закінчується тоді, коли забезпечується стійкий контакт обох різальних кромок плаваючого блоку.

Для зменшення часу самовстановлювання назначають, у міру, більший кут в плані φ_o [4]. З моменту початку контактування обох різальних кромок інструмента до кромок заготовки настає етап врізання. В період врізання починається процес стружкоутворення, при якому з'являється додаткове тертя в пазі державки, яке спричинене тангенціальними складовими сили різання P_z, а також збільшенням тертя від збільшення осьової складової сили різання. Теоретично період врізання повинен відповідати половині оберту заготовки і закінчуватись тоді, коли параметри зрізу (товщина і ширина) досягнуть оптимального значення. Проте, в зв'язку із наявністю додаткового тертя в пазі державки від сил P_z і P_x , параметри зрізу не можуть досягнути номінального значення за половину оберту заготовки, і тому період врізання займає дещо більший час.

Метою статті є обґрунтування величини перекошування торця, яке виникає для різних видів обробки, а також розгляд конструкцій інструмента для обробки отворів з перекошеним торцем.

Згідно з [1], перекошування торця деталі при обробці отвору може бути наступним:

- різання газовою ацетилено-кисневою машиною – 2,0 мм;
- різання прокату діаметром 10÷80 мм на пресах – 2,0÷4,0 мм;
- різання круглого прокату великих січень (до 500 мм) дисковими пилами – 0,4÷3,0 мм;
- різання прокату діаметром до 250 мм стрічковими пилами – 1,5÷5,0 мм;
- різання прокату діаметром до 300 мм приводними ножівками – 2,5÷4,5 мм;
- різання прутків і труб діаметром до 80 мм на токарних верстатах – 0,3÷0,8 мм;
- різання круглого прокату діаметром 50÷60 мм на горизонтально-фрезерних верстатах – 0,4÷0,7 мм;
- різання сталевих прутків на абразивно-відрізних верстатах – 0,3÷0,7 мм.

Аналізуючи наведені дані, можна прийти до висновку, що перекошення торця деталі при відрізанні на верстатах, які найбільш широко використовуються на виробництві, становить 4,5 мм.

В цих межах і рекомендується розглядати перехідні процеси обробки отворів з перекошеними торцями.

Схема обробки наведена на рис.2.

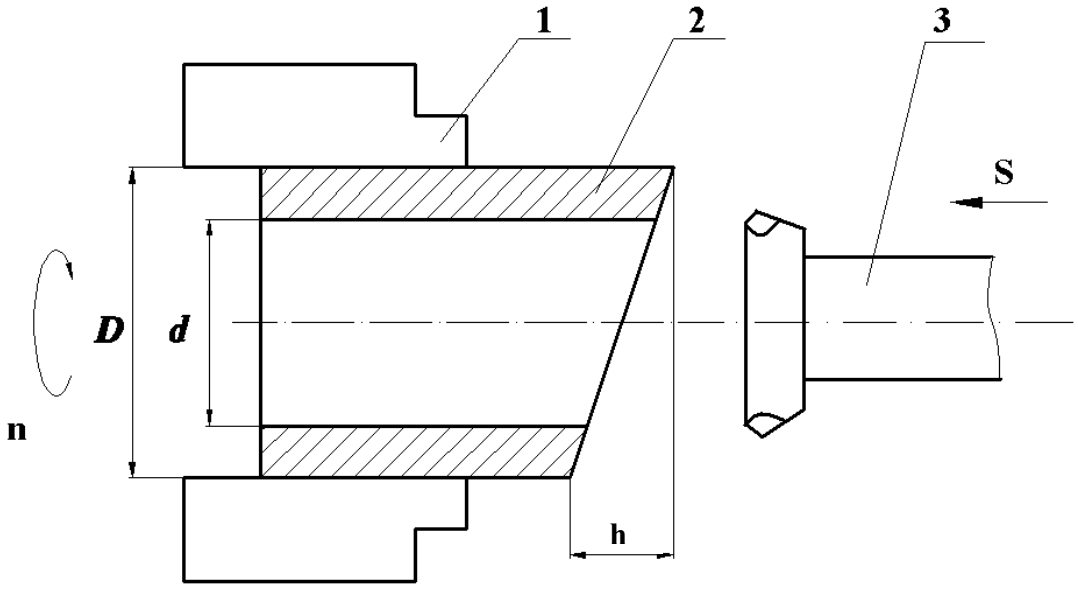

Рис. 2. Схема обробки отвору з перекошеним торцем: 1-кулачки, 2-деталь, 3-інструмент; *D* – зовнішній діаметр заготовки; *d* – внутрішній діаметр заготовки; *S* – подача; *h* – величина перекошування торця

Враховуючи те, що експериментальні дослідження перехідних процесів обробки отворів з перекошеним торцем планується виконувати на токарно-гвинторізних верстатах моделі 16К20, величину перекошування приймаємо рівною 3мм. Ця величина перекошування в основному перекриває основні види обробки торців в середньому машинобудуванні.

Запропонована конструкція інструмента для обробки отвору, в якому розточний блок, з'єднаний з С-подібною пружиною, встановленою в пазі оправки [5]. С-подібна пружина служить опорою розточувального блоку, забезпечує осьове переміщення різальних його крайок розточувального блоку. Така конструкція розширює технологічні можливості інструмента, зменшуючи вплив неперпендикулярності торця отвору на його точність.

В процесі входження розточувального блоку в оброблюваний отвір з торцем, неперпендикулярним до його осі, починається взаємодія однієї різальної крайки і стискання С-подібної пружини зі сторони цієї різальної кромки до тих пір, поки зусилля згину не пересилить вістового зусилля різання. Тоді відбувається вирівнювання зусилля для двох гілок С-подібної пружини і відповідно осьового зусилля різання для різальних крайок розточувального блоку.

На рис.3 показані конструкції С-подібних пружин: а) з пружинної сталі; б) біметалевої; в) з регуляторами жорсткості.

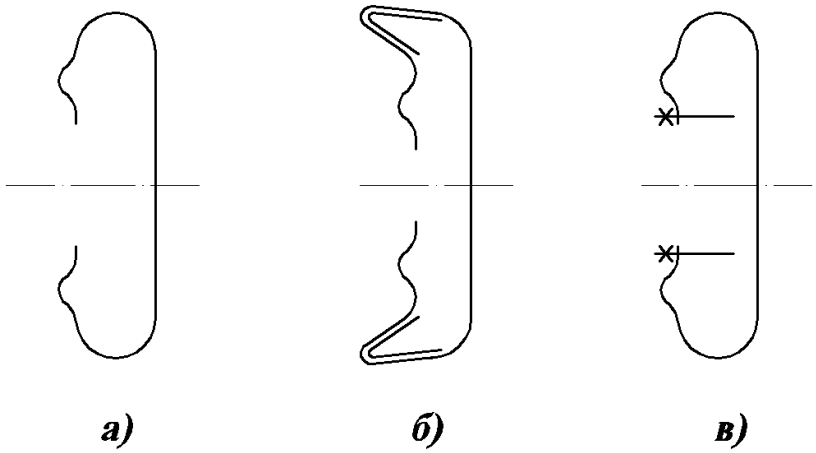

Рис. 3. Конструкції С-подібних пружин:
а) з пружинної сталі; б) біметалевої; в) з регуляторами жорсткості

Принципи роботи інструмента для обробки отвору з використанням С-подібної пружини описаний вище.

При застосуванні біметалевої С-подібної пружини використовується ефект її додаткового згинання при нагріванні від різальних крайок, що дозволяє прискорити час проходження перехідних процесів при обробці перекошеного торця отвору.

Використання С-подібної пружини з регуляторами жорсткості дозволяє зробити її універсальною, тобто такою, що може використовуватися для різних діаметрів отворів.

Висновки.

1. Перекошування торця до вісі отвору для існуючих видів обробки в середньому машинобудуванні знаходиться в межах до 3 мм.
2. Для обробки отворів з перекошеним торцем доцільно використовувати інструмент з такими видами С-подібної пружин:
   - з пружинної сталі;
   - біметалевої;
   - з регуляторами жорсткості.

In article is proved sizes of skewing a butt at cutting part blank for the further machining of holes. The size of skewing of butt is specified at processing on various machines at a production manufacturing on the average machine building. The possibility of regulation of process of penetration is considered at processing holes with the skewing surface of butt a tools with floating cutting blocks. Designs of the tool with use C-springs for working a hole in a detail with the skewing butt are offered.

Література

1. Справочник конструктора-машиностроителя \ Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова, Т.1., М., Машиностроение, 1972. - С.135-136.
2. Нагорняк С.Г., Луцив І.В. Предохранительные механизмы металлообрабатывающего оборудования: Справочник.- К., Техника, 1992. - 72 с.
3. Пат. 5181810 США, МКИ B23B51/10. Deburring tool with cutting blade / Heule Heinrich (CH); Опубл. 26.01.93.
4. Лепихов В.Г. Самоустанавливающиеся инструменты.–М.: Машиностроение, 1974.– 80 с.
5. Деклараційний патент 62669А України, МКВ B23B51/10. Інструмент для обробки отворів / І.В.Луців, Ю.Я.Вовк. – Опубл. 15.12.2003. Бюл. №12.

Одержано 19.03.2005 р.