

ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ОТВОРІВ

Ю.І. Сичов

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра металоріжучого обладнання і транспортних систем
Декан факультету інтегрованих технологій в виробництві та освіті*

Контактний тел.: (057) 733-79-39, 748-57-08

А.П. Тарасюк

Кандидат технічних наук, доцент, перший проректор з навчальної роботи, завідувач кафедри
Кафедра металоріжучого обладнання і транспортних систем*

Контактний тел.: (057) 731-31-82

E-mail: prorekt_ucheb@uira.kharkov.ua

В.В. Самчук

Майстер виробничого навчання
Навчально-виробничий центр*

Контактний тел.: 096-827-44-25

E-mail: samchucvv1986@km.ru

Б.Г. Лях

Доцент*

*Українська інженерно-педагогічна академія
вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003

Контактний тел.: (057) 64-30-15

І.С. Аракелян

Інститут Востоковедения и Международных Отношений
"Харьковский Коллегиум"

пр. Постышева, 4, г. Харьков, 61039

Контактний тел.: 050-204-03-06

У статті показана можливість створення пристрою для безвібраційної механічної обробки отворів, яка полягає у зрівноважуванні збуджуючих джерел, що дозволяє одержувати більш якісну обробку

Ключові слова: збуджуючі сили, урівноважена система сил

В статье показана возможность создания устройства для безвибрационной механической обработки отверстий, которая заключается в уравновешивании возмущающих источников, что позволяет получать более качественную обработку

Ключевые слова: возмущающие силы, уравновешенная система сил

The possibility of creating a device for vibration-free mechanical treatment of the holes, which consists of balancing the disturbing sources that allow to get better treatment is shown in the article

Keywords: disturbing forces, balanced system of forces

Вступ

Велика кількість найбільш розповсюджених деталей, які використовують в машинах та механізмах різного призначення, мають отвори. Незважаючи на досить добре розроблену технологію обробки отворів, питання, що стосуються забезпечення якості обробки при високій продуктивності, ще до кінця не вирішені. І у значній мірі це відноситься до механічної обробки отворів.

Це пов'язано зі всебічним розвитком та інтенсифікації машинобудівного виробництва номенклатура деталей з великим діаметром отворів збільшується. Вони застосовуються буквально у всіх галузях промисловості: сільськогосподарському машинобудуванні, гірничодобувній і газовій галузях виробництва, кольорової і чорної металургії, суднобудуванні тощо.

1. Постановка проблеми

Точність геометричних параметрів отвору характеризується не тільки точністю розмірів, але і точністю

форми, і взаємного розташування поверхонь, відхилення яких виникає у процесі обробки.

У рухомих циліндричних з'єднаннях (посадка з зазором), наприклад у підшипниках ковзання ці відхилення призводять до зменшення зносостійкості робочих поверхонь унаслідок підвищеного питомого тиску на виступах нерівностей, до порушення плавності ходу, шуму і т.д.

У нерухомих циліндричних з'єднаннях (посадка з натягом), наприклад посадка підшипника на вал або корпус відхилення форми і розташування поверхонь отвору викликають нерівномірність натягу, унаслідок чого знижуються міцність з'єднання, герметичність і точність центрування.

У зборках ці погрішності призводять до погрішностей базування деталей відносно одне до одного, деформаціям, нерівномірним зазорам, що викликає порушення нормальної роботи окремих вузлів і механізму в цілому.

При механічній обробці головним перешкоджаючий фактором для якісної обробки є вимушені коливання і пружні деформації елементів технологічної

системи ВПІД (верстат – пристосування – інструмент – деталь), які в більшості викликані статичними та динамічними навантаженнями результуючою силою різання.

Нині відомі методи механічної обробки отворів на верстатах в більшості полягають у послідовному маршруті обробки для досягнення потрібної точності, одно- і багатолезвійним інструментом (свердлування; розсвердлювання; розточування; зенкерування; розгортання; протягування (прошивання); шліфування). Кожен з цих методів мають безліч вагомих недоліків, які перешкоджають отриманню більш якісної обробки, головні з яких низька якість обробки із-за дії односторонньої сили різання на заготовку з боку ріжучого інструмента.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

У роботах [1, 2, 3] автори розглядають один з напрямків зменшення впливу вібрацій на механічні системи металорізного устаткування, що виникають від впливу збуджуючих джерел на робочі елементи, який полягає у досягненні гармонійної залежності, спрямований на зрівноважування збуджуючих джерел, що приведе до одержання більш якісної обробки, підвищенню надійності і довговічності роботи устаткування, підвищенню продуктивності праці і знизить рівень шуму, що негативно впливає на організм людини.

І було запропоновано пристрій для механічної обробки кінців труб, конструкція якого спрямована на зрівноважування збуджуючих джерел.

Незважаючи на це у конструкції не було можливості обробляти тільки отвори заготовок.

3. Постановка задачі

Для розточування отворів застосовують два основних метода обробки, які розрізняються тим, що обертання в процесі роботи виконує деталь або інструмент. Обертання деталі характерно для токарних груп верстатів, а розточувальний інструмент забезпечує тільки подовжню подачу (рис. 1).

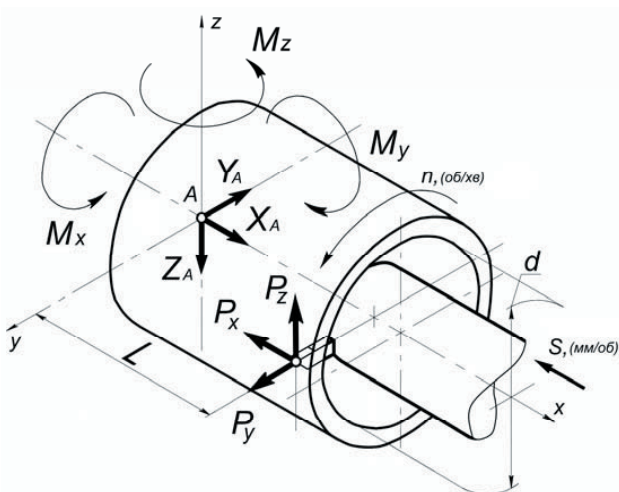


Рис. 1. Розточування отвору на верстаті токарної групи

Якщо склавши шість рівнянь рівноваги ($\sum F_x = 0$, $\sum P_y = 0$, $\sum P_z = 0$, $\sum M_x = 0$, $\sum M_y = 0$, $\sum M_z = 0$), за умовою, що $M_{bp} = M_x$, де M_{bp} – крутний момент верстата; M_x – момент опору різанню. Отримаємо: $X_A = P_x$; $Y_A = P_y$; $Z_A = P_z$; $M_{bp} = P_z \cdot d/2 = M_x$; $M_y = P_z \cdot L$; $M_z = P_y \cdot L + P_x \cdot d/2$.

З цього очевидно, що отвір після такої обробки може виявитися овальним або конічним, у тому разі якщо в конструкції інструмента не передбачені компенсуючі елементи, що забезпечують постійність співвідношення інструмента і деталі.

Також складові сили різання, прямо діють на механічні елементи верстата, змушуючи інженера-конструктора при проектуванні верстата їх підсилювати, чим супроводжується збільшенням загальних габаритів.

Наприклад, на верстатах розточувальної групи заготовку нерухомо закріплюють на столі, а обертовий інструмент, виконаний у вигляді різця або блоку, – у борштанзі або у консольній оправці. Цей метод широко використовується для обробки отворів у корпусних призматичних деталях.

Прагнення позбутися від перерахованих недоліків призвело до створення кінематичних методів підвищення продуктивності, міцності інструмента і підвищення зносостійкості, а також за рахунок застосування багатозубих лезвійних інструментів.

Кінематичний метод полягає у створенні відповідної кінематики руху інструмента, при якій ріжуча кромка, переміщається відносно поверхонь різання, через що окремі ділянки ріжучої кромки, то входять, то виходять із зони обробки. До цих методів відносяться інструменти, що працюють за принципом огинання, багатозубі, а також ротаційні інструменти.

Особливістю ротаційних інструментів є наявність різців, що мають можливість обертання навколо фіксованої осі.

Дослідження динаміки процесу ротаційного розточування показали, що сумарна сила різання для більшої частини її режимів вище сили різання звичайними різцями. Це, а також менша жорсткість ротаційного інструмента в результаті використання додаткового шпиндельного вузла визначають необхідність широкого вивчення вібрації в процесі різання.

Практика використання ротаційних інструментів показала, що при недостатній жорсткості технологічної системи в процесі різання виникає інтенсивна вібрація системи, що значно погіршує якість обробленої поверхні і викликає додаткові навантаження на верстат і інструмент. У ряді випадків через сильну вібрацію процес ротаційного різання взагалі не вдається здійснити.

З цього широке впровадження цих інструментів у промислове виробництво стримується.

4. Основний матеріал

Запропонований пристрій для розточування отворів працює наступним чином (рис. 2). З обертанням приводного валу 8, на кінці якого жорстко закріплена перша розточувальна головка 10, починає обробляти отвір заготовки 12. У той же час обертання на другу розточувальну головку 3 передається конічним зубчастим колесом 7, жорстко прикріпленого до приводного

валу 8, через кінцеве паразитне колесо 6, завдяки якому друга розточувальна головка 3 обертається в протилежну сторону відносно першої розточувальної головки 10 з тим же крутним моментом.

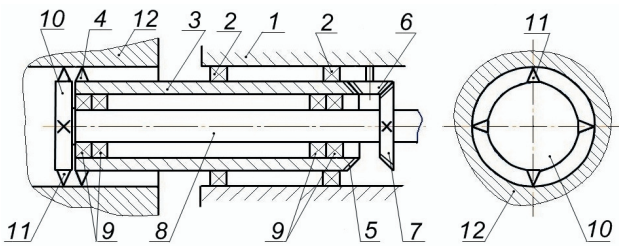


Рис. 2. Пристрій для розточування отворів

Для розуміння дії зрівноважування сил, які діють на заготовку (рис. 3) з боку ріжучих елементів, складемо шість рівнянь рівноваги ($\sum P_x = 0, \sum F_y = 0, \sum F_z = 0, \sum M_x = 0, \sum M_y = 0, \sum M_z = 0$), за умовою, що $M_{1р.г.} = M_{2р.г.}$, де $M_{1р.г.}, M_{2р.г.}$ – крутний момент першої ріжучої та відповідно другої головки; M_x – момент опору різанню.

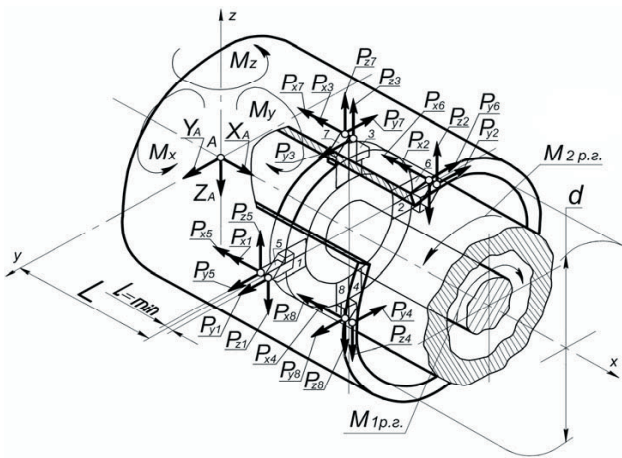


Рис. 3. Розрахункова схема роботи пристрою для обробки отворів

Одержимо:

$$X_A = P_{1x} + P_{2x} + P_{3x} + P_{4x} + P_{5x} + P_{6x} + P_{7x} + P_{8x}; \quad (1)$$

$$Y_A = -P_{y1} + P_{y2} - P_{y5} + P_{y6} - P_{y3} + P_{y4} + P_{y7} - P_{y8} = 0; \quad (2)$$

$$Z_A = -P_{z1} + P_{z2} + P_{z3} - P_{z4} + P_{z5} - P_{z6} + P_{z7} - P_{z8} = 0; \quad (3)$$

$$M_x = M_{1р.г.} - M_{2р.г.} \approx -P_{z5} \cdot \frac{d}{2} - P_{z6} \cdot \frac{d}{2} - P_{y7} \cdot \frac{d}{2} - P_{y8} \cdot \frac{d}{2} + P_{z1} \cdot \frac{d}{2} + P_{z2} \cdot \frac{d}{2} - P_{y3} \cdot \frac{d}{2} - P_{y4} \cdot \frac{d}{2} = 0; \quad (4)$$

$$M_y = -P_{z1} \cdot L + P_{z2} \cdot L + P_{z3} \cdot L - P_{z4} \cdot L + P_{z5} \cdot L - P_{z6} \cdot L - P_{z7} \cdot L + P_{z8} \cdot L - P_{x3} \cdot \frac{d}{2} + P_{x4} \cdot \frac{d}{2} - P_{x7} \cdot \frac{d}{2} + P_{x8} \cdot \frac{d}{2} = 0; \quad (5)$$

$$M_z = P_{y1} \cdot L - P_{y2} \cdot L - P_{x1} \cdot \frac{d}{2} + P_{x2} \cdot \frac{d}{2} + P_{y3} \cdot L - P_{y4} \cdot L + P_{y5} \cdot L - P_{y6} \cdot L + P_{x5} \cdot \frac{d}{2} - P_{x6} \cdot \frac{d}{2} + P_{y7} \cdot L + P_{y8} \cdot L = 0. \quad (6)$$

Як ми бачимо, що практично усі зусилля прирівнюються до нуля.

Таким чином дотримується закон збереження кінетичного моменту системи, тобто діючі крутні моменти на заготовку 12 компенсуються (теоретично дорівнюють нулю), що в підсумку не потребує великого зусилля при її затиску у пристосуванні і дозволяє обробляти тонкостінні заготовки. Та за рахунок компенсування результуючої сили різання знижується вібрація і досягається більш якісна обробка.

Висновок

Розглянутий у статті пристрій для механічної обробки отворів, конструкція якого спрямована на зрівноважування збурюючих джерел, які є першочерговими чинниками для виникнення вимушених коливань заготовки, дозволяє не тільки досягти більш якісної обробки але й підвищить надійність і довговічність роботи устаткування. За рахунок одночасної обробки двома розточувальними головками, які обертаються в протилежні сторони відносно одна від одної, збільшить продуктивність праці, завдяки великій кількості ріжучих кромки (елементів) та компенсує діючі крутні моменти на заготовку, що в підсумку не потребує великого зусилля при її затиску у пристосуванні і дозволяє обробляти тонкостінні заготовки. Також знизить рівень шуму, вихідний від вібруючої заготовки, що негативно впливає на організм людини.

Література

1. Сичов Ю.І. Розробка безвібраційних обробних комплексів / Ю.І. Сичов, А.П. Тарасюк, Б.Г. Лях, В.В. Самчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков: Технологический Центр. 2011. № 3/7 (51) с. 46-49.
2. Сичов Ю.І. Один з напрямків розробки безвібраційних обробних комплексів / Ю.І. Сичов, Б.Г. Лях, В.І. Неко, В.В. Самчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Х.: Технологический Центр. 2010. № 2/5 (44) с. 38-41.
3. Сичов Ю.І. Пристрій для обробки кінців труб / Ю.І. Сичов, А.П. Тарасюк, Б.Г. Лях, В.І. Неко, В.В. Самчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков: Технологический Центр. 2010. № 5/5 (47) с. 24-29.
4. Патент на корисну модель UA 61430 U. МПК В23В 29/00. Пристрій для розточування отворів / Ю.І. Сичов, А.П. Тарасюк, Б.Г. Лях, В.В. Самчук. Заявл. 09.11.2010; Опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14. 2011р. – 4с.
5. Фельдштейн Е.Э. Металлорежущие инструменты: справочник конструктора / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич // Минск: Новое знание, 2009. – 1039с.
6. Ящерицын П.И. Ротационное резание материалов / П.И. Ящерицын, А.В. Борисенко, И.Г. Дривотин, В.Я. Лебедев // Мн.: Наука и техника, 1987. – 229с.