

УДК 621.002

# РОЗРОБКА БЕЗВІБРАЦІЙНИХ ОБРОБНИХ КОМПЛЕКСІВ

*У статті показано можливість створення устаткування для безвібраційної механічної обробки, яка полягає у зрівноваженні збурюючих джерел, що дозволяє одержувати більш продуктивну і якісну обробку*

*Ключові слова: збурюючі сили, урівноважена система сил*

*В статтє показана возможность создания оборудования для безвибрационной механической обработки, которая состоит в уравнивании возмущающих источников, что позволяет получать более производительную и качественную обработку*

*Ключевые слова: возмущающие силы, уравновешенная система сил*

*In the article shows the possibility of creating equipment for the without vibration machining the pipe ends, which consists of balancing revolting sources, that allows to get more productive and high-quality treatment*

*Key words: revolting forces, balanced system of forces*

**Ю.І. Сичов**

Кандидат технічних наук, доцент, декан  
машинобудівного факультету\*

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

**А.П. Тарасюк**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри  
Перший проректор з навчальної роботи\*

\*Кафедра металоріжучого обладнання і транспортних систем\*\*

Контактний тел.: (057) 731-31-82

E-mail: prorekt\_ucheb@uipa.kharkov.ua

**Б.Г. Лях**

Доцент

Кафедра опору матеріалів та теоретичної механіки\*\*

Контактний тел.: (057) 733-78-46, 64-30-15

**В.В. Самчук**

Майстер виробничого навчання

Навчально-виробничий центр\*\*

\*\*Українська інженерно-педагогічної академія

вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003

Контактний тел.: 096-827-44-25

E-mail: samchucvv1986@km.ru

## Вступ

Зростаючі вимоги до високої якості обробки деталей, що є однією з найголовніших задач у металообробній промисловості; поява нових видів важкооброблюваних матеріалів; широке впровадження механізації та автоматизації технологічних процесів і т.п., значно підвищили актуальність дослідження динамічних явищ у процесі механічної обробки.

З тієї причини, що механічна обробка різанням залишається основним методом забезпечення найвищої точності і якості поверхонь деталей і є універсальним методом розмірної обробки, що дозволяє обробляти поверхні заготовки різної форми і розмірів, і має малу енергоємність і високу продуктивність. Все це ставить механічний метод обробки на перше місце, як найбільш використовуваний у промисловості процес виготовлення деталей.

Незважаючи на наявні нині теоретичні досягнення в технології механічної обробки, проблема практичного досягнення точності виготовлення деталей ще не вирішена тому, що якісні показники виготовленої деталі залежать від багатьох показників.

## 1. Постановка проблеми

Точність геометричних параметрів деталі характеризується не тільки точністю розмірів її елементів, але і точністю форми і взаємного розташування поверхонь, відхилення яких виникає у процесі обробки деталі.

У рухливих з'єднаннях ці відхилення призводять до зменшення зносостійкості деталей унаслідок підвищеного питомого тиску на виступах нерівностей, до порушення плавності ходу, шуму і т.д.

У нерухомих з'єднаннях відхилення форми і розташування поверхонь 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.

Наприклад, підшипники кочення дуже чутливі до відхилень форми і взаємного розташування посадкових поверхонь.

**2. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Нині відомі методи обробки зовнішніх та внутрішніх циліндричних, плоских, фасонних поверхонь на верстатах в більшості полягають у послідовному маршруті обробки або одночасному, але однолезвийним інструментом, які мають безліч вагомих недоліків, головні з яких низька якість обробки із-за дії однієї сили різання на заготовку з боку ріжучого інструмента.

У дійсний час конкретні розрахунки різноманітних параметрів процесів різання проводяться за допомогою великого числа різноманітних емпіричних виражень, а підвищення технологічної ефективності досягається переважно практичним шляхом. Також багато фізичних закономірностей механічної обробки, дотепер не мають ніякого пояснення з позиції механіки деформуючого твердого тіла.

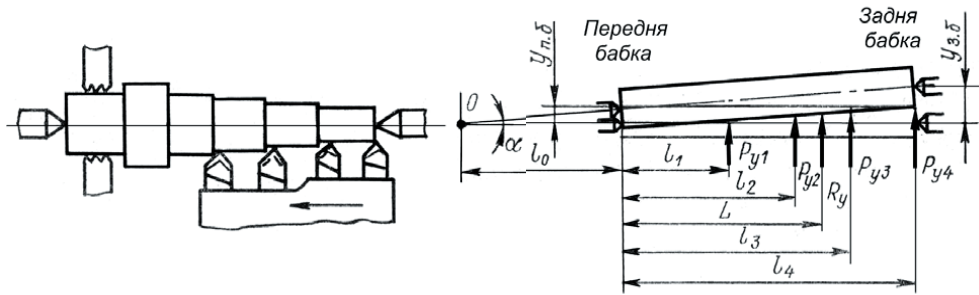


Рис. 1. Виникнення похибок форми і розмірів при багаторізьцовій обробці

**3. Постановка задачі**

Один з важливих напрямків удосконалювання та проектування сучасних обробних комплексів є концентрація технологічних операцій за допомогою застосування багатоінструментальної і багатошпиндельної обробки, що істотно підвищує продуктивність і економічність виробництва.

Так у зв'язку зі скороченням числа установ і виключенням відповідних погрішностей установки, погрішність взаємного розташування оброблюваних поверхонь (як правило) знижується, однак у цьому випадку можуть виникнути деякі специфічні погрішності, пов'язані з пружними деформаціями і динамікою технологічної системи, що знижують точність розмірів і форми оброблюваних поверхонь.

Виникаючі при різанні навантаження сприймаються пристосуванням, закріпленим у ньому інструмент, а також пристосуванням і деталю яка у ньому закріплена. Виникаючі навантаження передаються пристосуваннями на складальні одиниці (вузли) і механізми верстата, завдяки чому утвориться замкнута технологічна система верстат – пристосування – інструмент – деталь (ВПІД).

Так, наприклад, при багаторізьцовій обробці ступінчастого вала с одночасним початком і одночасним закінченням роботи усіх різців наладки на токарному верстаті (рис. 1, а) пружні переміщення передньої ( $u_{п.б.}$ ) та задньої ( $u_{з.б.}$ ) бабок верстата під впливом рівнодіючої  $P_y$  нормальних складових зусиль різання  $P_{y}$  від кожного різця викликають переміщення і оберт вісі оброблюваної заготовки на кут  $\alpha$  (рис. 1, б).

При обертанні заготовки ці переміщення дають їй амплітуду коливання. У результаті чого виникають періодичні зміни товщини зрізу і відповідно цьому – нестабільну силу різання, що приводить до вказаних характеристик неякісної обробки і виникненню шуму.

Тому автори ставлять перед собою задачу розробити правила, які використовували б при проектуванні безвібраційних обробних комплексів.

**4. Основний матеріал**

Для зменшення пружних переміщень необхідно при конструюванні обробних комплексів дотримуватись деяких правил, які продемонстровані на рис. 2:

1. Закон збереження руху центра мас.

Якщо сума всіх зовнішніх сил, діючих на систему дорівнює нулю, то центр мас цієї системи рухається з постійною по модулю і напрямку швидкістю, тобто рівномірно і прямолінійно:

$$\sum \vec{F}_{ке} = 0, \quad \vec{a}_c = 0, \quad \vec{V}_c = \text{const}, \tag{1}$$

а якщо в початковий момент часу  $\vec{V}_{c0} = 0$ , то центр мас не буде змінювати свого положення.

2. Закон збереження кінетичного моменту системи.

Якщо головний момент усіх зовнішніх сил відносно нерухомого центру  $O$  або деякої нерухомих осі  $z$  дорівнює нулю, то кінетичний момент системи відносно цього центра або цієї осі залишається не змінним, тобто

$$\text{якщо } \vec{M}_O^{(e)} = 0, \text{ то } \vec{L}_O = \text{const}, \tag{2}$$

$$\text{якщо } \vec{M}_z^{(e)} = 0, \text{ то } \vec{L}_z = \text{const}. \tag{3}$$

З цього випливає, що момент інерції і кутова швидкість ріжучих елементів повинні бути однакової величини

$$I_1 = I_2 = \text{const}, \quad \omega_1 = \omega_2 = \text{const}. \tag{4}$$

3. Маса ріжучих елементів повинні бути однакової величини.

$$m_1 = m_2 = \text{const}. \tag{5}$$

4. Подача ріжучих елементів повинна спрямовуватись одна до одної і мати однакову величину

$$S_1 = S_2 = \text{const}. \tag{6}$$

5. Швидкість різання

$$V_1 = V_2 = \text{const}. \tag{7}$$

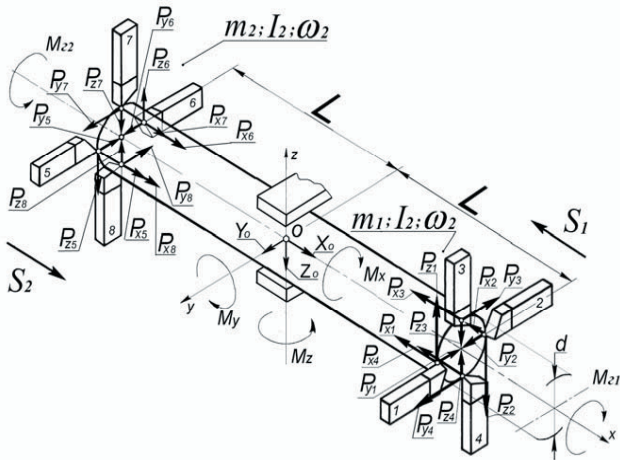


Рис. 2. Обробка нерухомої заготовки вісьма ріжучими елементами

Можна застосувати деякі з цих правил при механічній обробці кінців труб, адже це є дуже відповідальна операція, тому що від обраного методу та технології обробки залежить якість подальшого монтажу цього виробу та майбутньої експлуатації.

Один з запропонованих пристроїв для обробки кінців труб, який спроектований з урахуванням деяких правил (рис. 3), працює у такий спосіб. З обертанням приводного валу 1, на кінці якого жорстко закріплена ріжуча головка 2 з чотирма ріжучими елементами 3, обробляє внутрішній отвір труби 4. У той же час подається приводом (на рис. 1 не показано) через зовнішній зубчастий вінець 5, протилежне обертання відносно ріжучої головки 2 – фрезерній головці 6, яка має чотири ріжучі елементи 7, обробляє зовнішню поверхню труби 4.

Але таке виконання пристрою має недолік, який полягає у неможливості компенсування осьових сил [2, формула 19].

Ця сума складових осьових сил різання  $\sum P_{xi}$ , які діють з боку ріжучих елементів 3 та 7, притискають заготовку і прагнуть зрушити її в осьовому напрямку. При кріпленні її у затискному пристосуванні, наприклад у самоцентрувальному патроні, це супроводжується тим, що на трубу надати більші затискні зусилля, що в підсумку призводять до її деформації і в подальшому до неякісної продукції.

Для вирішення цього недоліку, пропонуємо виконувати обробку одночасно з обох кінців, розрахункова схема, якої представлена на рис. 4.

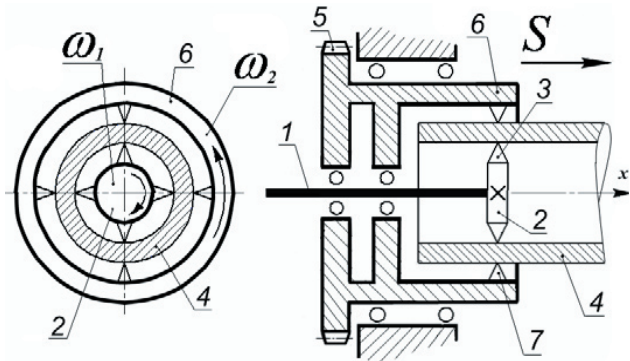


Рис. 3. Пристрій для обробки кінців труб

Для розуміння дії зрівноважуваних збудовуючих сил, які діють на трубу (рис. 4) з боку ріжучих елементів, складемо шість рівнянь рівноваги

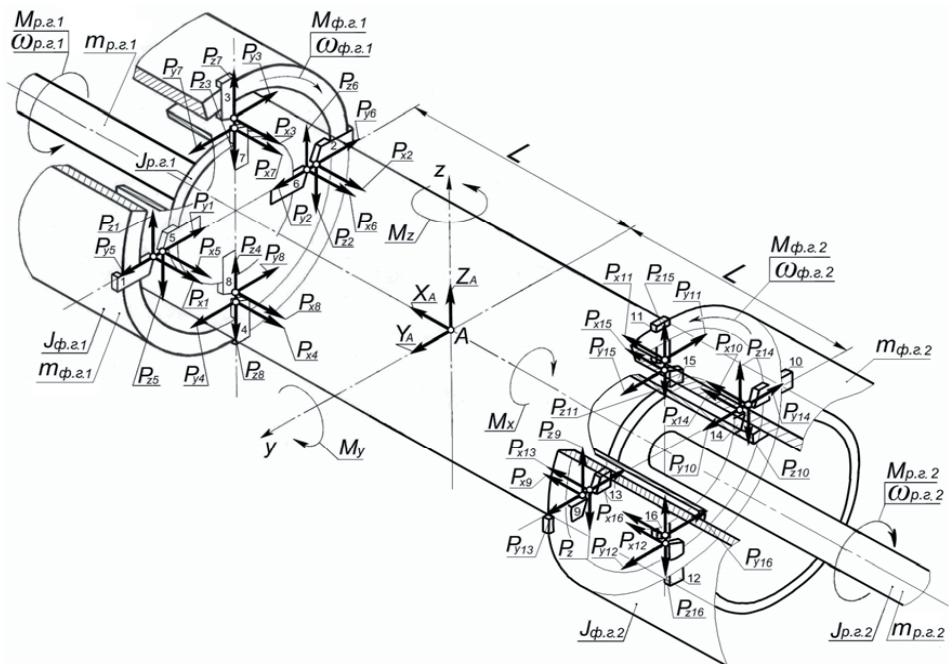


Рис. 4. Розрахункова схема роботи пристрою для обробки кінців труб

$$\sum F_x = 0; X_A = 0; \sum F_y = 0; Y_A = 0; \sum F_z = 0; Z_A = 0;$$

$$\sum M_x = 0; M_x = 0; \sum M_y = 0; M_y = 0; \sum M_z = 0;$$

$$M_z = 0.$$

Як ми бачимо, що усі зусилля прирівнюються до нуля.

Таким чином діючі крутні моменти на трубу компенсуються, що в підсумку не потребує великого зусилля при її затиску у пристосуванні і дозволяє обробляти тонкостінні заготовки та за рахунок одночасної обробки внутрішньої та зовнішньої поверхонь ріжучими елементами, які розташовані на одній осі контакту, відбувається центрування труби, внаслідок чого знижується вібрація, шум і досягається більш якісна обробка.

**Висновок**

Використовування правил дозволить зрівноважити збуджуючі джерела і дасть можливість конструкторам і винахідникам новий напрямок при проектуванні без-

вібраційної механічної обробки та обробних комплексів, що приведе до одержання більш якісної продукції, підвищенню надійності і довговічності роботи устаткування, підвищенню продуктивності праці і знизить рівень шуму, що негативно впливає на організм людини.

Література

1. 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. – Харьков: Технологический Центр. 2010. № 2/5 (44) с. 38-41.
2. 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.
3. Патент UA 57132 U. МПК B23V 5/08. Пристрій для обробки кінців труб / Ю.І. Сичов, Б.Г. Лях, В.В. Самчук. Заявл. 26.07.2010; опубл. 10.02.2011, бюл. № 3. 2011р. – 4с.
4. Патент UA 49739 U. МПК B23V 5/08. Пристрій для обробки кінців труб / Ю.І. Сичов, Б.Г. Лях, В.В. Самчук. Заявл. 16.11.2009; опубл. 11.05.2010, бюл. № 9. 2010р. – 3с.
5. Маліцький І.Ф. Технологія машинобудування: навчальний посібник. Харків: Видавництво «Точка», 2011. – 153с.
6. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб., и доп. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219с.
7. Варава Л.М., Двоскин П.М. Резка труб и баллонов: Учебник для ПТУ. – М.: Металлургия, 1983. – 280с.

*В роботі складена система диференціальних рівнянь, що описують коливання елемента навісного обладнання при проведенні динамічних випробувань мостових конструкцій, оцінені параметри коливань при різних характеристиках обладнання*

*Ключові слова: коливання елемента, моделювання, динамічні характеристики*

*В работе составлена система дифференциальных уравнений, описывающих колебания элемента навесного оборудования при проведении динамических испытаний мостовых конструкций, оценены параметры колебаний при различных характеристиках оборудования*

*Ключевые слова: колебания элемента, моделирование, динамические характеристики*

*In the article shows the possibility of creating the system of differential equation of bridge element fluctuation under dynamic influence were synthesized*

*Key words: differential equation, dynamic influence, modeling*

УДК 621.371

# КОЛИВАННЯ НАВІСНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАННЯХ МОСТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

**О.В. Полярус**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри\*

**В.В. Барчан**

Аспірант\*

\*Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності  
Національний автомобільно-дорожній університет  
вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002

**1. Вступ**

Автомобільні мостові конструкції – складні інженерні споруди, створені для сполучення складних ділянок доріг. Під час експлуатації мостова конструкція

знаходиться під впливом сил зовнішніх та внутрішніх навантажень. Проведення діагностичних заходів є необхідною умовою забезпечення безпеки та ефективності експлуатації дорожніх споруд. Існує велика кількість засобів та методів діагностики, в яких інфор-