

**АНАЛІЗ ПОХИБОК КОНТУРНОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ НЕЖОРСТКИХ  
ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТІ З ЧПУ**

**АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ КОНТУРНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ  
НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКЕ С ЧПУ**

**ERROR ANALYSIS OF CONTOUR MILLING OF NON-RIGID PARTS  
ON A CNC MACHINE**

Науковий керівник – к.т.н, доцент кафедри промислових технологій,  
дизайну і менеджменту ІПТДМ

Зелинский С.А., Зелинский С.А., Zelinsky S.A.

Виконав: Таранюк О.В., Таранюк О.В., Taraniuk O.V.

**Анотація:** зроблено аналіз похибок контурного фрезерування нежорстких деталей на станке с ЧПУ.

**Ключові слова:** аналіз, похибки, фрезерування, нежорсткі деталі, ЧПУ.

**Аннотация:** сделано анализ погрешностей контурного фрезерования нежестких деталей на станке с ЧПУ.

**Ключевые слова:** анализ, погрешности, фрезерование, нежесткие детали, ЧПУ.

**Abstract:** I have done an error Analysis of contour milling non-rigid parts on a CNC machine.

**Key words:** analysis, error, milling, non-rigid parts, CNC machine.

При обробці тонкостінних деталей можуть мати місце 3 варіанта:  
 Варіант 1. Домінуючою підсистемою з умов збудження коливань є підсистема деталі (рис.1) ( $K_d \ll K_{\text{вер}}, K_{\text{фр}}$ ).

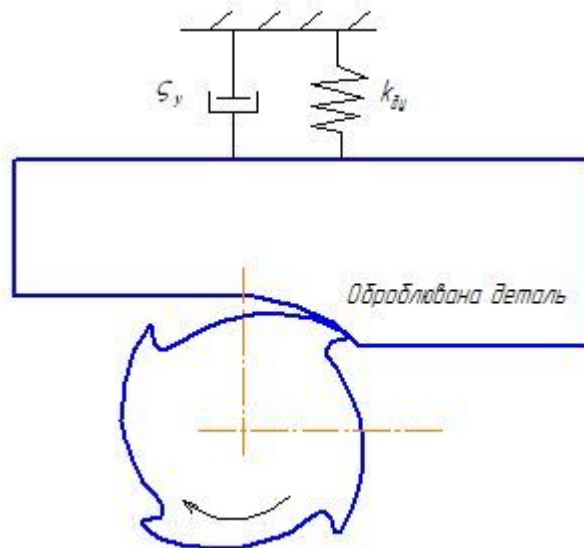


Рисунок 1 – Жорсткість деталі менше жорсткості фрези та верстату

$$\ddot{y}(t) + \zeta_y^2 \dot{y}(t) + \omega_y^2 y(t) = F_y(t)$$

Цей випадок має місце при обробці маложорстких елементів деталей кінцевою фрезою відносно великого діаметру і малої довжини.

Варіант 2. Домінуючою підсистемою з умов збудження коливань є підсистема інструменту (кінцевої фрези) (рис.2) ( $K_{\text{фр}} \ll K_{\text{вер}}, K_d$ ).

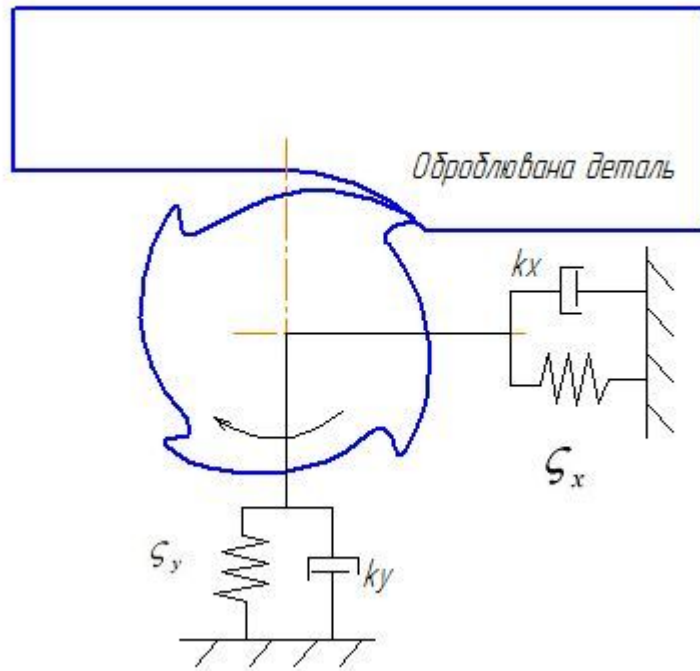


Рисунок 2 – Жорсткість фрези менше жорсткості інструменту

$$\ddot{x}(t) + 2\xi_x \dot{x}(t) + \omega_{ux}^2 x(t) = \frac{1}{m_u} \sum_{j=0}^{N-1} F_{xj} = \frac{1}{m_x} F_x(t)$$

$$\ddot{y}(t) + 2\xi_y \dot{y}(t) + \omega_{uy}^2 y(t) = \frac{1}{m_u} \sum_{j=0}^{N-1} F_{yj} = \frac{1}{m_y} F_y(t)$$

Цей випадок має місце при обробці відносно жорстких елементів деталі фрезою малої жорсткості (відносно малий діаметр та велика довжина фрези).

Варіант 3. Домінуючими підсистемами з умов збудження коливань є одночасно підсистеми деталі та інструменту (рис.3.13) ( $K_d, K_{фр} \ll K_{вер}$ ).

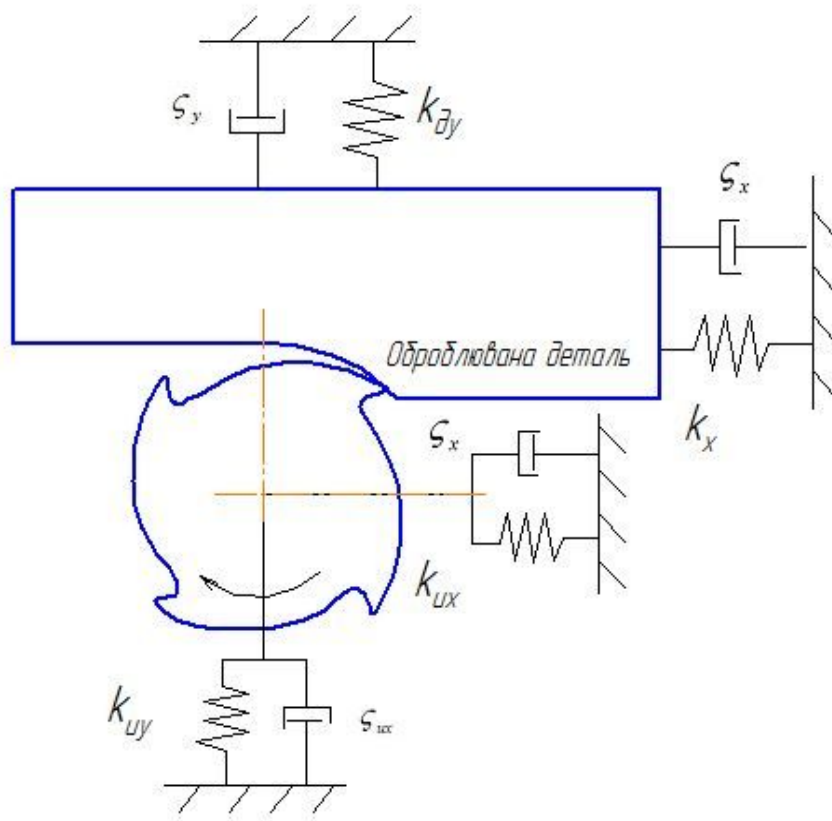


Рисунок 3 – Домінуючими підсистемами з умов збудження коливань є одночасно підсистеми деталі та інструменту

$$\ddot{y}(t) + \zeta_y^2 \dot{y}(t) + \omega_{oy}^2 y(t) = F_y(t) \frac{1}{m_{oy}}$$

$$\ddot{x}(t) + \zeta_x^2 \dot{x}(t) + \omega_{ox}^2 x(t) = F_x(t) \frac{1}{m_{ox}}$$

Третій випадок має місце при обробці маложорстких елементів деталі фрезою малої жорсткості.

В залежності від умов обробки на практиці можна вибрати один з приведених вище варіантів для побудови математичної моделі з метою керування обробкою маложорстких деталей.

## Список літератури:

1. Зелинский С.А. Управление точностью обработки криволинейных поверхностей на фрезерных станках С ЧПУ. Материалы 3-й Международной конференции "Стратегия качества в промышленности и образовании" 2008г. Варна. Том1, с.405-408
2. Тонконогий В.М., Оргиян А.А., Голобородько А.М., Перпери Л.М. Механизм возникновения колебаний при обработке однолезвийными коническими развертками одностороннего резания // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: ХПИ, 2014. – Вып. 84. – С. 215 – 222.
3. Внуков Ю.Н. Оценка эффективности и качества обработки тонкостенных деталей при концевом фрезеровании. / Ю.Н. Внуков, А.И. Гермашев, П.А. Каморкин, Е.Б. Козлова// Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. - Одеса, 2014, вип. 2(7). – с. 97 – 108
4. Качан А.Я. Особенности колебаний деталей газотурбинных двигателей при высокоскоростном строчном фрезеровании [Текст] / А.Я. Качан, Ю.Н. Внуков, Д.В. Павленко, Г.В. Карась, С.В. Мозговой // Вісник двигунобудування. – 2007. – №1. – С. 69-76.
5. Зелинский С.А., Морозов Ю.А., Серебрий Ю.А. Математическая модель контурного фрезерования нежестких деталей // Праці ОНПУ 2015. Вип. 2(36). – с. 21-24.