

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ "НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК
ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ"
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ДИЗАЙНУ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Михайла Остроградського
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

М А Т Е Р І А Л И

ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ
ОСВІТИ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ»



18–19 листопада 2021 року
м. Ізмаїл-Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ШПИНДЕЛЬНОГО
ВУЗЛА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

Алієв В.Е. – магістр, alieff.valery2013@gmail.com

Кроль О.С. – к.т.н, проф., krolos.snu.edu@gmail.com

Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена збереженням динамічної рівноваги коливальної системи верстата та його основних формоутворювальних вузлів і насамперед шпиндельного вузла.

Метою роботи є дослідження динамічної якості шпиндельного вузла фрезерного верстата з ЧПК за допомогою метода перетворення Фур'є.

Процес механічної обробки характеризується збереженням динамічної рівноваги коливальної системи верстата та його основних формоутворювальних вузлів і насамперед шпиндельного вузла (ШВ) [1-3]. Зміни що відбуваються при цьому явищі можна описати наступною послідовністю: змінні сили, що генеруються при роботі верстата (віброобурення) діють на вал ШВ викликаючи його коливання з малими амплітудами (вібрація); вібрація шпинделя визначає вібрацію інструменту щодо заготівлі і супроводжується появою похибок. Такий «сценарій» дозволяє зробити постановку завдання: *Виконати моделювання вібрації ШВ за його конструктивними та точними характеристиками.*

Розглянемо пружню систему ШВ (рис.1) як балку на пружних опорах з в'язким демпфуванням.

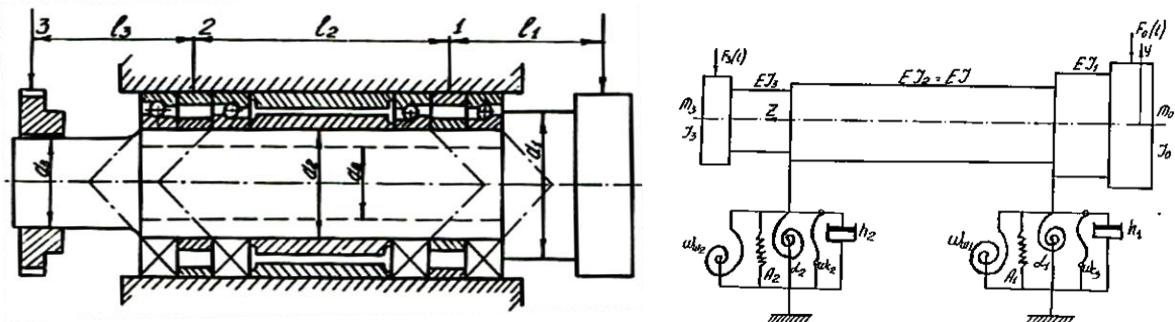


Рис. 1 – Шпиндельний вузол: конструктивна та розрахункова схеми

Пружня ланка (рис.1) можна розглядати як систему з інерційними, пружними і демпфуючими параметрами [4,5]. Сила $F_0(t)$ (вхідний сигнал), якій діє на

різальний інструмент і переміщення $y(t)$ (вихідний сигнал) видаються як стаціонарні випадкові процеси (функції часу) з Гаусовим законом розподілу та нульовим математичним очікуванням. Як відомо [6, 7], частотна характеристика системи визначається як перетворення Фур'є $Y(f)$ реакції системи (в даному випадку це переміщення $y(t)$) на імпульсний вплив. Частотна характеристика в термінах амплітудної і фазової складових (1) та (2):

$$H(f) = |H(f)|e^{-j\theta(f)}; \quad (1)$$

$$|H(f)| = \frac{1/k}{\sqrt{(1 - (f/f_n))^2 + (2lf/f_n)^2}}; \quad \varphi(f) = \arctg \frac{2lf/f_n}{1 - (f/f_n)} \quad (2)$$

У виразах (1) – (3) введено позначення: $l = \frac{h}{2\sqrt{km}}$; $f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$,

де f_n - власна частота незагасаючих коливань (Гц).

Під час розгляду конкретного шпиндельного вузла з розточним різальним інструментом, що має такі параметри: $\{m=25\text{Н}; h=13,96 \text{ Нс/мм}; K=38900 \text{ Н/мм}\}$; коефіцієнт l , власна частота f_n і резонансна частота f_r приймають такі значення: $\{l=0,02; f_n = 19,86 \text{ Гц}; f_r = 19,84 \text{ Гц}\}$.

Вібростійкість замкнутої пружної системи Шпиндель-Інструмент-Процес різання може бути оцінена за розімкнутою системою. На рис. 2 представлені годографи Амплитудно-Фазової Частотної Характеристики (АФЧХ) пружної ланки W_{uz} процесу різання (W_p), в середовищі програмної системи MatLab.

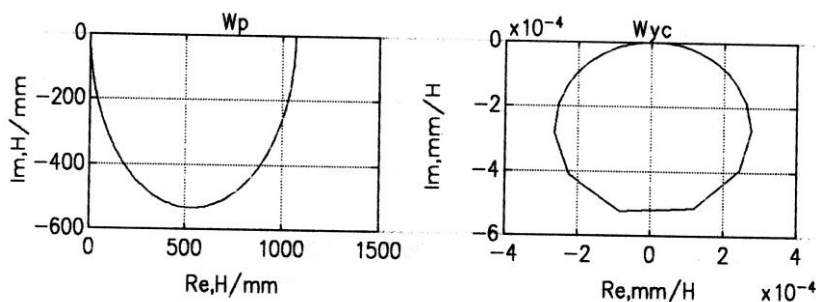


Рис. 2 – АФЧХ пружної системи Шпиндель-Інструмент-Процес різання

Висновок. В результаті проведеного дослідження отримана оцінка динаміки функціонування замкнутої пружної системи шпиндель-інструмент-процес різання. Аналіз отриманих частотних характеристик свідчить про стабільність розглянутої конструкції шпиндельного вузла

Л і т е р а т у р а

1. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system/EUREKA: Physics and Engineering, is. 3, 2018. P. 52–58. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00648>

2. Krol O.S., Juravlev V.V. Modeling of spindle fur turret of the specialized tool type SF16MF3. TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture – OL PAN, 2013, vol. 13, is. 4, Lublin. Poland. Pp. 141–147.

3. Krol O., Suhorutchenko I. 3D-modeling and optimization spindle's node machining centre SVM1F4. TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture – OL PAN, 2013, vol. 13, is. 3, Lublin. Poland. Pp. 114–119.

4. Кроль О.С. Твердотельное моделирование и исследование шпиндельного узла обрабатывающего центра / О.С. Кроль, А.А. Кроль, Е.И. Бурлаков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ», 2013. № 16(989). С. 14–18.

5. Кроль О.С. Методы и процедуры оптимизации режимов резания: монография / О.С. Кроль. Луганск: ВНУ им. В.Даля, 2013. 260 с.

6. Krol O., Porkuian O., Sokolov V., Tsankov P. Vibration stability of spindle nodes in the zone of tool equipment optimal parameters. Comptes Rendus de l'Academie Bulgare Des Sciences. Sofia: "Prof. Marin Drinov" Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2019. Vol. 72. No 11. P. 1546–1556. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2019.11.12>.

7. Krol O., Sokolov V. Rational choice of machining tools using prediction procedures // EUREKA: Physics and Engineering. 2018. No 4. Pp. 14–20. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00667>.