

АНАЛІЗ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ ГАСИТЕЛІВ КОЛИВАНЬ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

Використання нових конструкції торцевих фрез та групових схем різання (з розміщенням ножів по висоті відносно корпусу фрези або відстані від її осі, діленням на чистові та чорнові) дозволяє підвищити продуктивність процесу фрезерування.

Проте, однією з причин, що обмежують використання торцевих фрез групових схем різання з суміщенням чорнкової і чистової обробки, є незадовільна якість обробленої поверхні. Це обумовлено значним силовим впливом, ударами та вібраціями, що виникають при різанні групою чорнових ножів, на фрезу, і, відповідно, – на чистові ножі. Крім того, інтенсифікація параметрів режиму різання з метою збільшення продуктивності підвищує ймовірність виникнення автоколивань.

З метою мінімізації негативного вібраційного впливу важко навантажених чорнових ножів на торцеву фрезу розглянемо умови використання проміжного динамічного гасителя коливань з елементом в'язкого тертя. На рис. 1, а показано спрощену схему одномасової системи фреза-ніж, поперечні коливання якої характеризуються рівнянням

$$m_x \ddot{x} + b_x \dot{x} + C_x x = P_x(t), \quad (1)$$

де m_x , b_x , C_x – інерційний (приведена маса фрези та шпинделя верстата), дисипативний та деформативний коефіцієнти відповідно.

З певними обмеженнями ці коефіцієнти можуть бути використані у лінеаризованому вигляді.

Вимушені коливання торцевої фрези залежать від змінної сили різання $P_x(t)$ і за певних умов (частоти збурюючої сили – входу різальних ножів у різання) призводять до виникнення автоколивань.

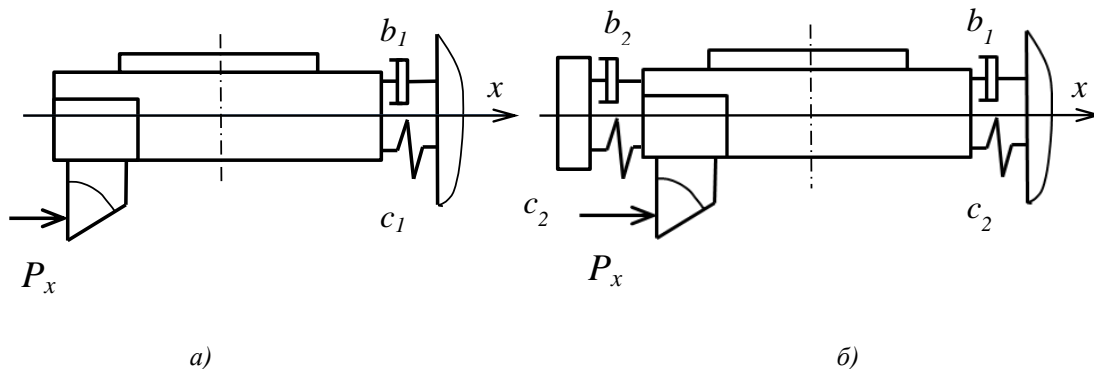


Рис. 1. Схема коливань торцевої фрези без (а) та з динамічним гасителем (б)

При розміщенні на фрезі динамічного гасителя коливань (рис. 1, б) є можливість визначити загальні умови, коли відбувається повне гасіння вимушених коливань від зовнішньої збурюючої сили.

Якщо не враховувати процес дисипації в двомасовій системі (рис. 1, б), її кінетична та потенціальна енергії визначатимуться за формулами:

$$T = \frac{m_1 \dot{x}_1^2 + m_2 \dot{x}_2^2}{2},$$

$$\Pi = \frac{((c_1 + c_2)x_1^2 - 2c_2 x_1 x_2 + c_2 x_2^2)}{2} \quad (2)$$

Диференціальні рівняння вимушених коливань матимуть вигляд:

$$m_1 \ddot{x}_1^2 + (c_1 + c_2)x_1 - c_2 x_2 = F_x(t),$$

$$m_2 \ddot{x}_2^2 - c_2 x_1 + c_2 x_2 = 0 \quad (3)$$

Гасіння коливань забезпечується за умови:

$$\omega^2 = \frac{c_2}{m_2} \rightarrow x_1 = 0; \quad x_2 = -\frac{F_x(t)}{c_2}. \quad (3)$$

При зміні частоти збурення або одного з параметрів коливальної системи ефективність динамічного гасителя значно знижується. Введення елементів тертя (сухого або в'язкого) розширює діапазон його застосування.

Уведення гасителя коливань у конструкцію торцевої фрези ускладнюється великою кількістю джерел вібрацій та ударів (ножів, що приймають участь у різанні) та постійною зміною напрямків дії зовнішніх силових факторів.

Найбільш прийнятні два варіанти: центральний гаситель коливань або декілька окремих, пов'язаних з найбільш віброактивними елементами системи – чорновими ножами.

Розглянемо докладніше другий варіант.

При виборі виду гасителя коливань повинні виконуватися певні умови:

- жорстка силова характеристика (для мінімізації переміщення чорнового ножа відносно заготівки та фрези);
- максимально можливий коефіцієнт демпфування;
- великий термін експлуатації та мінімальні розміри.

Переліченим умовам відповідає пружинно-фрикційний гаситель коливань (рис.2, а) з введенням елементом в'язкого тертя, силова характеристика якого приведена на рис.2, б.

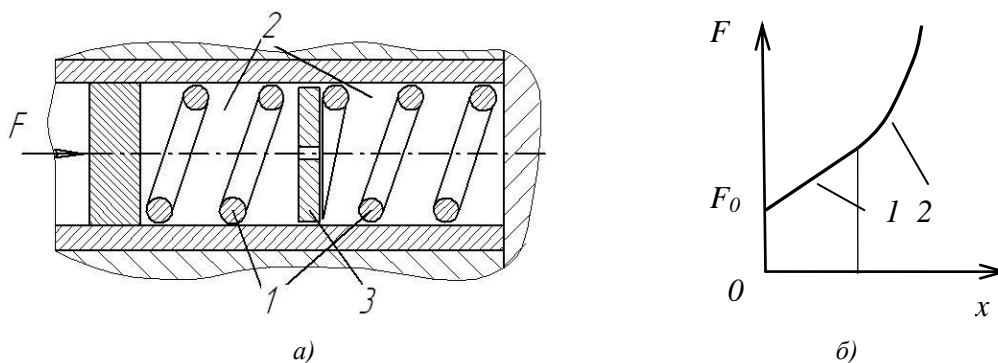


Рис. 2. Пружинно-фрикційний гаситель коливань. Загальна схема (а) та силова характеристика (б)

Попередній натяг пружин 1 (рис. 2, а) забезпечує врівноважування середнього значення складової сили різання F_0 (рис. 2, б), що діє на один ніж фрези. При врізанні ножа, зміні припуску або місцевої твердості заготовки відбувається додаткове стискання пружин і переміщення в'язкого середовища 2 крізь отвори проміжної пластини 3. (ділянка 1 на рис. 2, б). При цьому відбувається зниження енергії коливань і зростання коефіцієнту демпфування. При подальшому стисканні пружини зростає тиск в'язкого середовища, що збільшує опір (ділянка 2 на рис. 2, б).

Встановлення запропонованих гасителів коливань може виконуватись в корпусі фрези поряд з вузлом кріплення чорнового ножа по напрямку проекції сили різання, що діє у площині обертання фрези (протидія поперечним коливанням) та паралельно осі фрези (протидія осьовим коливанням).

Послідовність обробки заготівки полягає у видаленні основного припуску чорновими ножами, вібраційний вплив на фрезу від яких компенсується гасителями коливань, а якість обробленої поверхні забезпечується напівчистовими та чистовими ножами.

Висновки: запропонована конструкція динамічного гасителя коливань може бути використана для удосконалення фрез ступінчастих схем різання. Вибір параметрів гасителя та умов його встановлення вимагає подальших теоретичних та експериментальних досліджень.

СТЕПЧИН Ярослав Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування та конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- динаміка механічних систем;
- математичне моделювання.

Тел. 8(0412)224306. E-mail: stepchiny@gmail.com

Подано 1.04.2013