

УДК 621.9.06

Повх С. – ст. гр. МВмн-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВІБРАЦІЙНА УСТАЛЕНІСТЬ ПРОЦЕСУ ТОЧІННЯ ЯК ЕЛЕМЕНТУ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ ВЕРСТАТУ

Науковий керівник: Луців І.В., д.т.н., проф.

Povkch S.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## VIBRATION STABILITY OF TURNING PROCESS AS AN ELEMENT OF MACHINE DYNAMICAL SYSTEM

Supervisor: Lutsiv I.V.

Металорізальні верстати часто характеризують якістю їх динамічних систем. Така система у спрощеному вигляді складається з коливної ланки, а саме пружної системи, і аперіодичної ланки, що характеризує процес різання. Залежно від значень параметрів така динамічна система може бути стійкою або ж нестійкою [1]. При періодичній нестійкості динамічної системи у верстаті виникають автоколювання.

Аналіз динамічної усталеності систем найбільш зручно проводити за амплітудно – фазовими частотними характеристиками системи, використовуючи амплітудно – фазовий критерій усталеності Найквіста. Для цього потрібно побудувати амплітудно – фазову частотну характеристику (АФЧХ) розімкнутої системи верстату.

АФЧХ зазвичай визначається розрахунковим шляхом, якщо використовувати характеристики передатної функції динамічної системи верстату. Якщо розглядати послідовному з'єднання ланок, то передатна функція динамічної системи дорівнює добутку передатних функцій ланок.

Для власне процесу різання динамічна характеристика в частотній формі має вигляд [2]:

$$W_p = \frac{P_{\text{афч}}}{y} = W_p^1 \cdot W_{\text{афч}} \quad W_p^1 = \frac{K_p}{1 + T_p^2 \cdot w^2} + i \cdot \frac{K_p \cdot T_p \cdot w}{1 + T_p^2 \cdot w^2} \quad W_{\text{афч}} = 1 - T_{\text{апз}}^2 \cdot w^2 + i \cdot T_{\text{афз}} \cdot w \quad (1)$$

де  $w$  - кругова частота 1/с;  $K_p$  - коефіцієнт різання, Н/м;  $T_p$  - постійна часу стружкоутворення, с;  $T_{\text{апз}}$  - постійна часу, що характеризує вплив заднього кута різця, с;  $T_{\text{афз}}$  - постійна часу, що визначає в тому числі вплив переднього кута різця, с.

Вираз (1) показує, що сила різання відстає по фазі від зміни товщини зрізуваного шару, тобто, що сила різання виконує роботу, яка йде на пробудження коливань.

Уявимо, що динамічну систему верстату можна представити системою із одним ступенем вільності. Тоді передатну функцію пружної системи в частотній формі представляють у вигляді [3]:

$$W_{\text{yc}} = \frac{K_{\text{yc}}}{1 - T_1^2 \cdot w^2 + i \cdot T_2 \cdot w} \quad (2)$$

де  $K_{\text{yc}}$  - податливість пружної динамічної системи верстату, м/Н,  $T_1$  - інерційна постійна часу, с;  $T_2$  - постійна часу демпфування, с;

$$T_2 = \frac{\lambda}{\pi} \cdot T_1,$$

де  $\lambda$  - логарифмічний декремент затування, який визначається за циклограмами вільних коливань, що згасають.

Амплітудно – фазові частотні характеристики ланок системи будуються в комплексній площині по передатній функції ланки таким самим шляхом, як і характеристика динамічної системи [4].

Нами проаналізований аналіз усталеності динамічної системи різання з врахуванням впливу швидкості різання і зносу різця, спорядженого твердосплавною пластиною. При цьому використовувались такі дані для діаметру обробки сталі 60 діаметром заготовки 40мм:

а) значення швидкостей різання –  $V=20; 32; 50; 62; 81$ , м/хв; б) число обертів шпинделя –  $n=162; 260; 405; 495; 650$ , об/хв.; в) параметри процесу різання та інструменту -  $S=0,3$  мм/об;  $t=4$ мм;  $\gamma = 0^\circ$ ;  $\alpha = 8^\circ$ ;  $\varphi = 0^\circ$ ;  $\varphi_1 = 45^\circ$ ;  $z=1$ мм;  $a=0,3$ мм; г) зношення різця  $h=0,1$  мм.

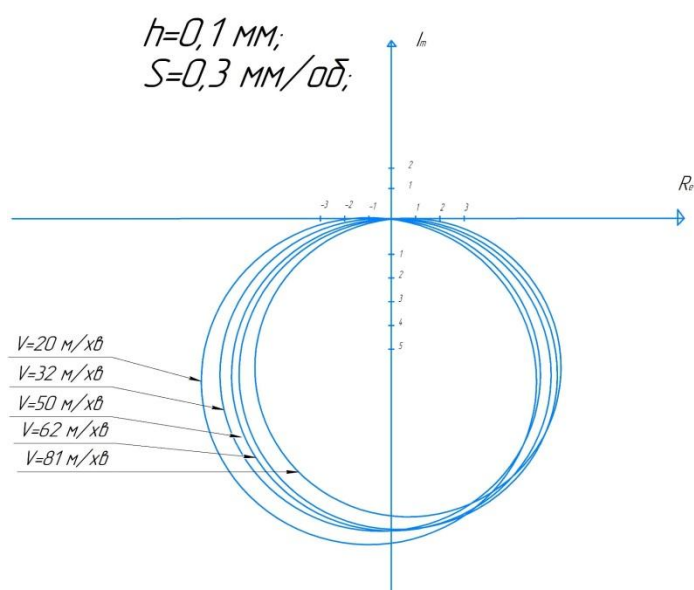


Рис. 1. Графіки залежностей вібраційної усталеності процесу точіння як елемента динамічної системи верстату

Таким чином, нами розраховані закономірності динамічної поведінки системи верстату і власне вібраційної усталеності процесу точіння на прикладі обробки валів різцями з непереточуваною твердосплавною пластиною. Можна зробити висновок, що доцільно проводити вибір оптимальних параметрів режиму обробки, виходячи з умови найбільш раціональної експлуатації різців. Доцільні величини швидкості різання - 50...80м/хв. В результаті досліджень також показано, що з точки зору вібраційної усталеності процесу не слід допускати зношення різального леза більшу 0,6 мм, після цього слід переходити на іншу грань.

#### Література.

1. Кудинов, В.А. Динамика станков /В.А. Кудинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 359с.
2. Кедров, С.С. Колебания металлорежущих станков /С.С. Кедров. – М.: Машиностроение, 1978. – 199с.
3. Попов В.И., Локтев В.И. Динамика станков. – К.: Техніка, 1975. – 136 с.
4. Луців, І.В. Аналіз частотними методами динамічної стійкості багатолезової самоналагоджувальної обробки / І.В. Луців //Вісник Тернопільського державного університету, 1999, т.4, №1 с.97-103.