

УДК 620.172/178:669.17

**А. Вовкотруб, В. Шанайда, канд. техн. наук, доц.**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

## АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ ВЕРСТАТА

**A. Vovkotrub, V. Shanaida, Ph.D., Assoc. Prof.**

### ANALYSIS OF THE FEATURES OF THE MACHINE'S MAIN MOTION DRIVE

Для багатьох верстатів, робота котрих є керованою від системи ЧПК, досить часто визначають параметри особливих умов функціонування [1], які пов'язані з явищем автоколивань. Автоколивні процеси найчастіше можна спостерігати у приводі головного руху верстата. Теоретичні та експериментальні дослідження автоколивних процесів найчастіше проводили на базі токарних та фрезерних верстатів через значний діапазон швидкісних та мас-інерційних характеристик приводів [2, 3]. У процесі таких досліджень вивчали амплітудно-частотні характеристики процесу обертання шпинделя верстата. Значна увага приділена розробці математичних моделей, які узгоджують параметри у вхідних та вихідних масивах і характеризують відхилення між очікуваними та дійсними параметрами вимірювання. Результати математичного моделювання використовують для формування алгоритмів систем керування при яких можна суттєво зменшити автоколивні ефекти, зокрема у приводі головного руху верстата.

Серед перспективних напрямів у боротьбі з автоколивними процесами визначено технологію механічної обробки із змінною швидкістю різання [3]. Дослідниками було встановлено, що для подавлення процесів автоколивання можна використовувати алгоритм постійної зміни швидкості різання у процесі механічної обробки. Такі алгоритми можна ефективно використовувати у системах сучасного верстатного обладнання, яке керується від модулів управління через ЧПК.

Стосовно параметрів, які мають суттєвий вплив на процес постійного регулювання швидкості різання, то виокремлюють сили інерції компонентів механічної частини верстатного обладнання.

Для управління параметром швидкості головного руху часто використовують ефект модуляції, тобто, управління числом обертів проводять шляхом зміни параметрів синусоїдального показника [4, 5] і який можна описати залежністю:

$$n_{\Phi} = n_{ном} \cdot \left( 1 + RVA \cdot \sin \left( 2\pi \cdot RVF \cdot \frac{n_{ном}}{60} \cdot t \right) \right),$$

де,  $n_{ном}$  – номінальна частота обертання шпинделя, об/хв;

$RVA$  – відношення амплітуди зміни фактичної частоти обертання шпинделя  $\Delta n$  до номінального значення  $n_{ном}$ ;

$RVF$  – відношення частоти модуляції  $F$ , Гц до номінальної частоти обертання шпинделя ( $n_{ном}/60$ , Гц);

$t$  – час, с.

Для зручності програмування математичних моделей та раціоналізації процесу обробки результатів експериментів фактичні показники числа обертів шпинделя описують залежністю:

$$n_{\Phi} = n_{ном} + \frac{n_{ном} \cdot A}{100} \cdot \sin(2\pi \cdot F \cdot t),$$

де,  $n_{ном}$  – номінальна частота обертання шпинделя, об/хв;  
 $F$  – частота модуляції, Гц;  
 $A$  – процентне відношення амплітуди зміни фактичної частоти обертання шпинделя  $\Delta n$  до номінального значення  $n_{ном}$ .

Підставляючи різні поєднання параметрів частоти  $F$  та амплітуди  $A$  визначають область значень, які привод головнього руху здатний досягнути у повній відповідності до поставленого завдання (рис. 1).

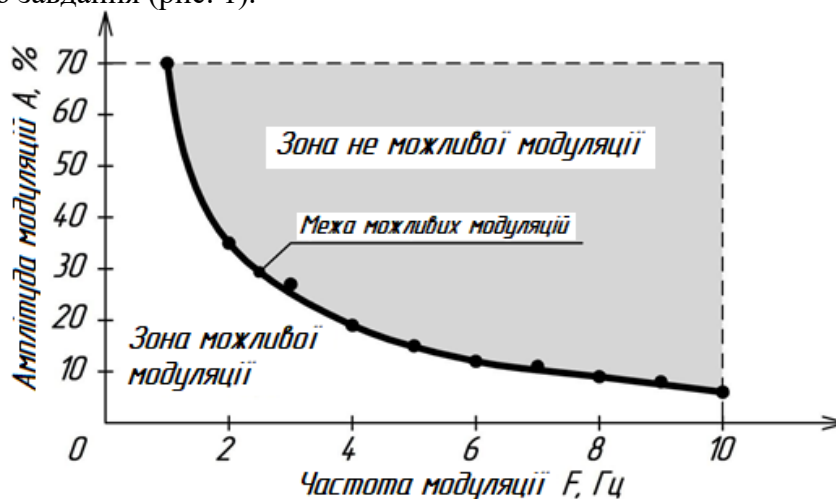


Рисунок 1. Амплітудно-частотна характеристика роботи приводу головного руху токарного верстата SBL500 TRENS в режимі модуляції.

Вивчення роботи приводу головного руху проводили шляхом підбору різних поєднань параметрів  $F$  та  $A$ . Кожному значенню частоти  $F$  визначено граничну амплітуду модуляції  $A$ , яку може сприйняти система керування досліджуваного верстата. Програмний модуль ЧПК опрацьовує масив вхідних даних і формує масив вихідних значень щодо частоти обертання шпинделя. Зіставляючи ці показники можна встановити ступінь виконання приводом головного руху верстата заданого оператором математичного закону руху для вала шпинделя.

### Література

1. Внуков Ю. Н. Особенности работы привода главного движения токарного станка в режиме постоянного варьирования скоростью вращения шпинделя / Ю. Н. Внуков, М. В. Кучугуров, А. Е. Зубарев // Сучасні технології в машинобуд-ні: зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2015. – Вип. 10. – С. 3-13.
  2. Jemielniak K., Widota A. Suppression of self-excited vibration by the spindle speed variation method / International Journal of Machine Tool Design and Research, January 1984, Volume 24 (3), pp.207-214.
  3. Alberteli P., Musletti S. and etc. Spindle speed variation in turning: technological effectiveness and applicability to real industrial cases / International Journal of Advanced Manufacturing Technology, September 2012, Volume 62, Issue 1-4, pp. 59-67.
  4. Andreas O., Günter R. Application of spindle speed variation for chatter suppression in turning / CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2013, Volume 6, Issue 2, pp. 102-109.
- Vitenko T. Features of creating a solid models and assembly operations at CAD-systems / Vitenko T., Shanaida V., Droździel P., Madlenak R. // 9th International