

**УДК 621.923.5**

**К. Щербина**

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАДИЦІЙНИХ КОНСТРУКТИВНИХ СХЕМ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ РАДІАЛЬНОГО РОЗМІРУ**

**K. Scherbina**

### **RESEARCH OF TRADITIONAL STRUCTURAL CHARTS OF THE SYSTEM OF ADJUSTING OF RADIAL SIZE**

Процес регулювання радіального розміру при хонінгуванні отворів є одним із головних факторів, який впливає на точність та якість. Тому, велика увага приділяється саме системам регулювання радіального розміру (СРРР), а саме точності та сталості їх функціонування. СРРР відносяться до верстатних систем з точними переміщеннями в межах малих швидкостей.

Відносно до робіт професорів Бушуєва В.В., Пуша В.Е., Решетова Д.Н. [1,2,3], приводи вузлів верстатів, яким необхідно надати точні малі переміщення з малими швидкостями є системами в яких пружно взаємодіють контактуючі поверхні. Наявність сил тертя між контактуючими поверхнями сприяє розугодженню між рухами ланок, які задають сигнал і ланок, котрі виконують сигнал.

При малих швидкостях ковзання, нижче критичного значення [35] спостерігається гостро визначена нерівномірність руху, який має скачко-подібний характер з періодичними стрибками і зупинками. Такий характер руху притаманний механізмам точних верстатів, коли необхідно забезпечити точне переміщення із швидкостями декілька міліметрів за хвилину і нижче.

Характер руху при незначних точних переміщеннях з малими швидкостями відносять роботу таких систем до функціонування в умовах перехідного режиму.

Внаслідок, чого функціонування таких систем необхідно оцінювати на основі динамічних досліджень.

За об'єкт дослідження приймемо електромеханічну СРРР (рис.1,а), яка складається з електричного крокового двигуна 1, зубчатої 2, гвинтової 3 та клинкової 4 кінематичної пари. Дослідження динамічних характеристик СРРР будемо проводити у відповідності до теорії автоматичного управління [4]. Тому, визначимо рівняння передавальних функцій СРРР в динаміці. Для цього побудуємо структурну схему (рис.1,б).

Електромеханічна СРРР в динаміці характеризується наступним рівнянням:

$$W_E = \frac{\rho_k}{\theta} = \frac{(f_x U_\Sigma / \operatorname{tg} \alpha)}{\left( \frac{f_x U_\Sigma}{mk} \frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{f_x U_\Sigma}{\mu k} \frac{ds}{dt} + 1 \right)} * \frac{A_3}{\frac{d\theta}{dt} \mu z} * \frac{(A_k / \operatorname{tg} \psi)}{\left( \frac{mz}{A_k} \frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{\mu z}{A_k} \frac{ds}{dt} + 1 \right)} * \left( \frac{\beta^{-1}}{\frac{J}{\beta} \frac{d\theta}{dt} + 1} + \frac{M_c}{\beta} \frac{1}{\frac{J}{\beta} \frac{d\theta}{dt} + 1} \right)$$

де:  $s$  – осьове переміщення гвинта;

$A_k$  – корисна робота гвинтової передачі;

$\psi$  – кут підйому гвинтової лінії;

$mz$  – маса рухомих частин гвинтової передачі;

$\mu z$  – коефіцієнт тертя в гвинтовій передачі;

$\beta$  – коефіцієнт демпфування крокового електродвигуна;

$M_c$  – момент спротиву на валу крокового електродвигуна;

$J$  – момент інерції;

$A_3$  – робота зубчатої передачі;

- $\mu_z$  – коефіцієнт тертя в зубчатій передачі;
- $\alpha$  – кут підйому клина;
- $\mu_k$  – коефіцієнт тертя клинової кінематичної пари;
- $m_k$  – маса рухомих частин клинової кінематичної пари;
- $f_x$  – коефіцієнт тертя шкрябання;
- $U_\Sigma$  - площа алмазно-абразивного шару.

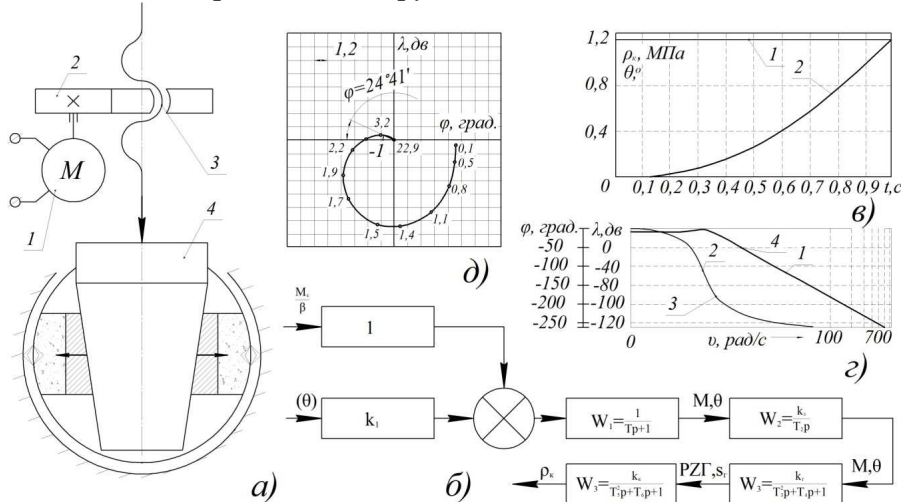


Рис. 1. Електромеханічна СРРР та характеристики перехідного процесу  
 а) конструктивна схема; б) структурна схема; в) перехідна характеристика; г) логарифмічно-частотні характеристики; д) амплітудно-фазова частотна характеристика;

1 – електричний кроковий двигун; 2 – зубчата кінематична пара; 3 – гвинтова кінематична пара; 4 – клинова кінематична пара; 5 – логарифмічно амплітудно-частотна характеристика; 6 – логарифмічно фазово-частотна характеристика  
 $\rho_k$  – контактний тиск;  $\theta$  – кут повороту вихідного валу крокового електродвигуна;  $\phi$  – фаза;  $\lambda$  – амплітуда;

Отримане рівняння передавальної функції дозволяє побудувати перехідну характеристику (рис.1,в), логарифмічно-частотні характеристики (рис.1,г) та амплітудно-фазові частотні характеристики (рис.1,д) електромеханічної СРРР за допомогою програмного продукту [5].

Перехідна характеристика електромеханічної СРРР свідчить про наявність інерційності, що підтверджується нелінійністю виконання вихідної  $\rho_k=f(t)$  та розузгодженням з вхідною дією. Наявність інерційності призводить до виникнення скачкоподібного руху, що обумовлено наявністю статичного та кінетичного тертя.

Логарифмічно-частотні характеристики свідчать, про нестале функціонування електромеханічної СРРР, що підтверджує амплітудно-фазова частотна характеристика. Запас фази становить  $\phi=24^\circ 41'$ , який не відповідає встановленим межах  $\phi \geq 30-45^\circ$  сталості роботи механічних та гідравлічних систем [5].

Електромеханічній СРРР притаманний скачко-подібний рух, який негативно відобразиться на якості оброблюваного отвору. Тому, необхідно розробити СРРР на основі безінерційних ланок.

### Література

1. Малые перемещения в станках. /Пуш В.Э., - М.: Машгиз, 1961. – 123 с.
2. Основы конструирования станков / Бушуев В.В. М. Станкин. 1992.
3. Детали и механизмы металлорежущих станков. / Решетов Д.Н. Т.2, М., Машиностроение 1972 – 520.
4. Теория систем автоматического управления. / Бесекерский В.А., Попов Е.П. / Спб. Профессия. 2003 -752с.
5. Автоматизоване управління процесами обробки матеріалів різанням. / Петраков Ю.В. К. : 2004. 384с.