

УДК 621.923.5

В.А. Мажара канд. техн. наук, доц., К.К. Щербина канд. техн. наук, ст. викл.,

Я.І. Стаднік

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ КУЛЬКОВО-КЛИНОВОЇ ХОНІНГУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ

V.A. Mazhara, K.K. Shcherbyna, Y.I. Stadnik

DYNAMIC ANALYSIS OLLER WEDGE HONING HEAD

У результаті аналізу традиційних конструктивних схем хонінгувальних головок визначено [1], що вони працюють в умовах перехідного режиму та не забезпечують достатньо точного регулювання радіального розміру у зв'язку з наявністю інерційності в умовах перехідного процесу. Це негативно впливає на точність процесу регулювання в умовах адаптації процесу обробки [1], особливо при обробці отворів діаметром від 10 до 50 мм з адаптацією по зміні величини сил різання в зоні обробці. Якщо усунення впливу інерційності при обробці отворів діаметром від 10 до 30 мм вдалося за рахунок використання пружно-гвинтового хону [2], то при обробці отворів в діапазоні від 30 до 50 мм пружно-гвинтовий хон не має значних переваг у порівнянні з традиційними хонінгувальними головками. Дослідження інерційності роботи кульково-клинового хону в умовах перехідного процесу. Дослідження динамічних характеристик СРРР будемо проводити у відповідності до теорії автоматичного управління [1]. Для цього нам необхідно визначити рівняння передавальної функції в динаміці. Розглянемо кінцеву ланку клинового хону у вигляді кульково-клинкової кінематичної пари (рис.1, а). Зображено схему дії сил у клиновій кінематичній парі та графік залежності зміни сили тертя від швидкості переміщення і коефіцієнту тертя. Для знаходження динамічних властивостей кінцевої ланки необхідно визначити рівняння передавальної функції W , але для цього необхідно визначити статичні характеристики. Для початку складемо рівняння передавальної функції кінцевої ланки в кінематиці. Визначимо значення радіальної сили в статиці для подальшого визначення її дії в динаміці.

$$P_{XK} = \frac{P_{ZK}}{\operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} D * \operatorname{tg} \alpha) + \operatorname{tg} \varphi_1 D} \quad (1)$$

де: P_{ZK} – осьова сила ;

α – кут підйому клина;

D – діаметр кульки;

φ_1 – кут тертя між кільками циліндричної частини клина і корпусу.

Значення сили тертя при малих переміщеннях буде змінюватися від величини зміни швидкості переміщення виконавчих елементів, що підтверджується залежністю, яка наведена у відповідності до робіт проф. Пуша В.Є, Крагельского І.В.[3]. Так, дане значення сил тертя вказує, що зміна коефіцієнту тертя в межах перехідного процесу має нелінійну складову, тому необхідно здійснити її лінеаризацію використовуючи методики теорії автоматичного управління.

Після лінеаризації наведеної залежності зміни сил тертя, отримано наступне рівняння [1]:

$$P_{FK} = \frac{ds_k}{dt} \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{arctg} D} \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

де: $\frac{ds_k}{dt}$ – швидкість переміщення (перша похідна від переміщення);

μ_k – коефіцієнт тертя клинової кінематичної пари $\mu_k = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{arctg} D} \operatorname{tg} \alpha$

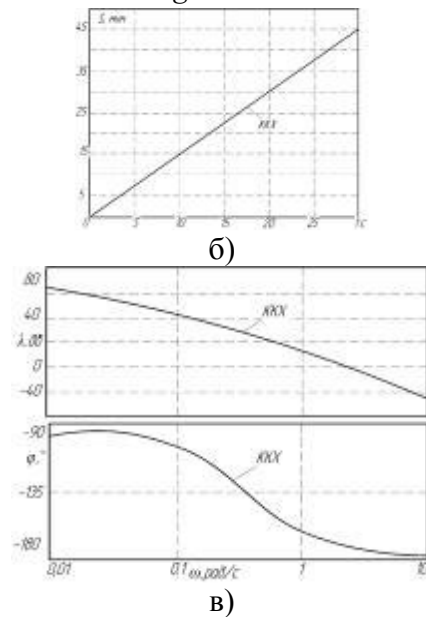
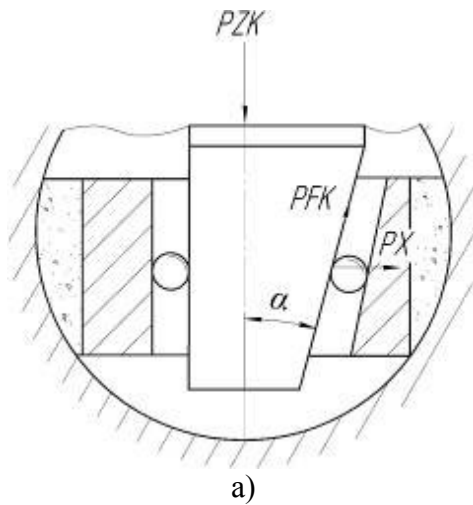


Рисунок 1 Кінцева ланка кульково-клинового хона та характеристика перехідного процесу

а) кінцева ланка б) перехідна характеристика; в) логарифмічно-частотні характеристики;

Враховуючи чи отримане рівняння радіальної сили та сили тертя кульково-клинової пари, визначимо рівняння її руху.

$$m_k \frac{d^2 s_k}{dt^2} = f_x U_\Sigma P_k - \frac{PZK}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{ds}{dt} \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{arctg} D} \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

За рівнянням руху клинової кінематичної пари побудуємо перехідну характеристику (рис.1, б), та логарифмічні характеристики (рис.1,в) клинової кінематичної пари використовуючи програмний продукт Matlab

В результаті аналізу визначено, що передавальна функція кульково-клинової кінематичної пари в динаміці відповідає характеристичному рівнянню аперіодичної ланки другого порядку. Побудована перехідна характеристика кульково-клинової кінематичної пари, за якою було визначено, що вхідний і вихідний сигнал, має не значне розузгодження, що призводить до неточного переміщення в зворотньому напрямку у порівнянні с повною відсутністю в клиновій пари здійснювати зворотній рух.

Література

1. Підгаєцький М.М. Динамічний аналіз традиційних систем регулювання радіального розміру в процесі хонінгування отворів/ М.М. Підгаєцький, К.К. Щербина// Вісник Хмельницького національного університету: Технічні науки. –2014. – №3 (213). – С.134-138.
2. Подгаецкий М.М. Особенности обработки прецизионных отверстий упруго-винтовым хонем// М.М. Подгаецкий, К.К. Щербина// Вестник Пермского Национального Исследовательского Политехнического Университета «Машиностроение, материаловедение». –2013. – Т.15 №2. – С. 30-39.
3. Пуш В.Є. Малые перемещения в станках. М. Машгиз. 1961.