



УДК 621.914.02

Стругинський В.Б. д.т.н., проф., Перфілов І.В.

НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

## **МЕХАТРОННА СИСТЕМА П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИВОДІВ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВІБРАЦІЙНОГО СТОЛА ДЛЯ ВИСОКОЧАСТОТНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ФОРМУВАННЯМ СПЕЦІАЛЬНОГО МІКРОПРОФІЛЯ**

Деталі, поверхні яких мають спеціальний мікропрофіль, ефективно застосовують в парах тертя, прецизійних контактуючих спряженнях, в медичній техніці та в декоративних цілях. Формування спеціального мікропрофілю здійснюється шляхом мікрофрезерувальної обробки.

Вібраційна обробка деталей фрезами малого діаметра 0,2..1,0 мм здійснюється на спеціально розробленому двох координатному вібраційному столі. Стіл має п'єзоелектричні приводи переміщення. Приводи забезпечують переміщення стола в двох взаємноперпендикулярних напрямках з амплітудами до 0,3мм та частотами до 2500 Гц. Пружний підвіс стола має вигляд паралелограмного механізму із пружними шарнірами у вершинах паралелограма. Для забезпечення необхідних параметрів затухання коливань стіл має демпфери рідинного тертя. Компенсація статичних зусиль і встановлення нульових положень п'єзоелектричних приводів забезпечується спеціальними механізмами. Мехатронна система переміщення стола має тензометричні вимірювачі переміщень окремих п'єзоприводів та лазерні тріангуляційні вимірювачі положення стола по двох координатах. Точність вимірів переміщень стола складає 0,4...0,6 мкм.

П'єзоелектричні приводи керуються системою керування. В процесі розробки приводів проведена корекція їх характеристик введенням в системи



зворотнього зв'язку пропорційно інтегруючих регуляторів. При цьому значно знижена коливальність розробленої системи приводів та суттєво підвищена швидкодія системи.

Проведені теоретичні дослідження динамічних характеристик вібраційного стола. Для цього визначено частоти і форми коливань стола. Використано засоби системи Inventor. На основі знайденого спектра частот побудована математична модель динамічної системи стола у вигляді набору передавальних функцій. Стіл подано у вигляді одно масової системи, що має дві ступені вільності і пружно-дисипативні зв'язки із п'єзоелектричними приводами. Теоретично визначені передавальні функції переміщення стола відповідають коливальним ланкам. Постійні часу коливальних ланок уточнені по вимірах власних частот коливань стола, а параметри затухання коливальних ланок знайдені на основі ідентифікації параметрів математичної моделі по результатам експериментальних досліджень.

Математичні моделі окремих п'єзоелектричних приводів побудовані на основі наявних амплітудо-частотних характеристик приводів. Моделі вибрані у вигляді двох послідовно з'єднаних коливальних ланок, одна із яких формує головний резонансний пік характеристик привода, а друга описує амплітудно-частотну характеристику в резонансній області.

Математична модель пружно-дисипативного з'єднання між приводами і рухомою частиною стола визначена на основі вимірних частотних характеристик стола в цілому. Математичні моделі з'єднань подані у вигляді відповідних коливальних ланок.

В процесі роботи системи приводів мають місце динамічні похибки. В основному вони обумовлені наявністю пружно-дисипативного зв'язку між п'єзоелектричними приводами та рухомою частиною вібраційного стола. Дані похибки компенсовані системою керування п'єзоприводів. Для ідентифікації параметрів динамічної системи стола проведені спеціальні експериментальні



*Міжнародна науково-технічна конференція "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці"  
Секція 2*

*"Гідропневмоприводи системи мехатроніки"*

дослідження. Вони полягають у визначенні еліптичних фігур Ліссажу які описують переміщення центра стола, що мають місце при номінальних синусоїдальних переміщеннях п'єзоелектричних приводів. Виміри відхилень фактичного переміщення стола від номінальної траєкторії та їх аналіз дають можливість сформувати корегуючі сигнали в системі керування п'єзоприводів. Корекція полягає у змінах номінальних амплітуд та початкових фаз синусоїдальних переміщень окремих п'єзоелектричних приводів. При цьому враховуються амплітудно-частотні і фазо-частотні характеристики приводів, стола та характеристики пружно-дисипативних з'єднань п'єзоприводів із рухомою частиною стола.

В результаті проведених досліджень суттєвим чином підвищено параметри динамічної точності мехатронної системи п'єзоелектричних приводів переміщення вібраційного стола.

Використання високочастотних приводів переміщень є необхідною умовою формування спеціального мікропрофіля обробленої поверхні.