

СЕКЦІЯ 2
ГІДРО- ТА ПНЕВМОПРИВОДИ І СИСТЕМИ

УДК 621.941

**В. Б. Струтинський, д.т.н., професор,
К. В. Луньов, асистент**

Національний технічний університет України «КПІ»

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОКООРДИНАТНОГО
МЕТАЛООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ З ГІДРОПРИВОДОМ**

Впровадження багатокординатного металообробного обладнання є важливим науковим і практичним завданням розвитку машинобудування України. В даний час реалізовано різні схеми багатокординатного металообробного обладнання. Рациональним є схемне рішення, в якому шпindelний вузол встановлено у спеціальній фрезерувальній головці, що здійснює поворотні рухи в одній або двох площинах. Поворот шпінделя дає можливість здійснювати обробку просторових поверхонь різного виду. Поворот забезпечується спеціальними мехатронними системами керування.

Складна механічна система шпindelної головки із взаємозалежними поворотними рухами має специфічні динамічні робочі процеси. Вони пов'язані із виникненням значних гіроскопічних моментів при повороті обертового шпінделя. В літературних джерелах не виявлено даних про вплив гіроскопічних моментів на загальне динамічне навантаження шпінделя. Відсутні методи розрахунку шпindelних вузлів на навантаження даного виду.

Проектування багатокординатного технологічного обладнання потребує визначення особливостей силових факторів які діють в основних вузлах обладнання. Складний просторовий рух виконавчого органу сприяє появі специфічних навантажень обумовлених переносними рухами обертових деталей. В процесі досліджень здійснено огляд конструктивних схем багатокординатного технологічного обладнання та їх аналіз. Розглянуті конструкції 5-ти координатних фрезерувальних верстатів різних типів, шліфувальних і заточних верстатів, вимірювальних комплексів та інших.

В результаті аналізу встановлено, що першим головним аспектом теорії проектування багатокординатного технологічного обладнання є необхідність врахування інерційних сил обумовлених наявністю переносних поворотних рухів деталей. Визначено спеціальні силові фактори, які діють на основні вузли обладнання. Зокрема, встановлено дію переносного руху на обертові вали, тіла кочення підшипників, та інші обертові деталі. Переносний рух обертових валів (шпінделів, валів передач то інших) приводить до виникнення значних гіроскопічних моментів, які суттєвим чином змінюють характер навантаження обертового вала. Навантаження гіроскопічними моментами обумовлює виникнення специфічних деформацій обертових валів, зміну показників точності їх обертання та процесів балансування. Гіроскопічні моменти можуть змінити характер робочих процесів у підшипниках кочення. Зокрема, сферичні тіла кочення набувають небажаного режиму кочення із вертінням відносно точки контакту, який приводить до підвищеного зносу доріжок кочення.

Другий аспект теорії проектування стосується процесів течії рідкого середовища. В процесі дослідження значну увагу приділено встановленню дії переносних рухів на робочі процеси в системі змащення та процесів, що супроводжують рух рідини в системах гідроприводу технологічного обладнання.

Встановлено характер прояву масових сил переносного руху у рівняннях течії рідини. Показано, що в рівняннях руху рідини з'являються нові складові, які приводять до

збільшення взаємного впливу проекцій вектора швидкостей частинок рідини і появи нелінійностей у рівняннях руху рідини. Визначено вплив переносного руху на рівняння гідродинаміки в інтегральній формі. Він в основному проявляється у рівняннях зміни кількості руху (рівнянні імпульсів) та рівнянні зміни моментів кількості руху. Показано конкретний вплив переносних рухів на процеси течії рідини в малорозмірних зазорах змащувальних пристроїв.

В результаті сформульовані особливості проектування пристроїв гідروприводу технологічного обладнання, що використовує рідину в якості робочого тіла. Це є другим головним аспектом теорії проектування багатокоординатного технологічного обладнання.

Особливістю роботи багатокоординатного обладнання є залежність навантажень від вибраних законів руху робочого органу. Тому третім головним аспектом теорії проектування є необхідність формування раціональних законів переміщення робочого органу. Запропоновано розділити можливі закони руху робочого органу на усталені і перехідні.

Раціональними законами перехідного типу визначено рівноприскорені рухи робочого органу, які забезпечують суттєве зменшення динамічних навантажень, а відповідно і зменшення динамічних похибок роботи обладнання. Розроблені методики визначення динамічних і квазістатичних похибок роботи обладнання на етапі проектування.

УДК 621.941.08

**О. М. Яхно, д.т.н., професор,
С. В. Струтинський, к.т.н**

Національний технічний університет України «КПІ»

ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ АЕРОСТАТИЧНОГО ОПОРНОГО ВУЗЛА

Аеростатичні сферичні опорні вузли мають високу точність та низькі моменти опору Їх застосування в прецизійних технологічних машинах суттєвим чином підвищує точність та динамічні характеристики технологічних машин .

Розробка сферичних опорних вузлів базується на результатах досліджень їх характеристик. Проведено теоретичні та експериментальні дослідження статичних силових характеристик аеростатичних сферичних опорних вузлів [1] з діаметром сфери 120 мм, який мають по чотири аеростатичних опорних елементів.

Теоретичні дослідження статичних характеристик виконані по спеціальній методиці. Вона враховує закономірності течії повітря в кожному аеростатичному опорному елементі, які розташовані по периметру сфери. Виконано розрахунки силової характеристики, яка встановлює залежність переміщення сфери е від діючого на неї навантаження F. Силова характеристика описана поліноміальною функцією:

$$F_t = a_t + b_t e^2, \quad (1)$$

де a_t , b_t – розрахункові коефіцієнти.