

# СТАН РОБІТ ПО ДОСЛІДЖЕННЮ І ОПТИМІЗАЦІЇ ГАЗОСТАТИЧНИХ ПІДП'ЯТНИКІВ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

Описано дослідження газостатичних підп'ятників та розглянуті алгоритми кутової жорсткості, відновленого моменту при їх асиметричному навантаженні.

**Ключові слова:** газостатичний осьовий підшипник; відновлений момент; асиметричне навантаження.

## *Abstract*

Investigation and optimization of gas-static axial bearing under the asymmetric loading.

**Keywords:** the gas-static axial bearing; the renovated moment in gas static; the asymmetric loading.

## **Вступ**

Питання підвищення якості, надійності, економічності і продуктивності, зменшення шуму і вібрації машин, устаткування й інших виробів машинобудування відносяться до важливих задач науково-технічного прогресу. Опори з газовим змащенням застосовуються в різних галузях промисловості, пов'язаних з необхідністю створення високотехнологічного обладнання, в якому використовувалися би надзвичайні переваги газу у порівнянні з рідиною, підвищення якості, надійності, економічності і продуктивності, зменшення шуму і вібрації машин, устаткування й інших виробів машинобудування відносяться до важливих задач науково-технічного прогресу. Одним з ефективних шляхів рішення цієї проблеми є перехід підшипникових вузлів на газове змащення [1].

## **Результати дослідження**

Цьому типу газових підвісів присвячено багато робіт. Але об'єктом дослідження частіше за все являється підп'ятник з паралельним розташуванням робочих поверхонь і з подачею стислого газу через дроселювальні отвори малого діаметру, які розташовані по колу з центром на осі обертання. Частіше за все така система дроселювальних отворів замінюється суцільною лінією надуву, витрата газу через яку рівна сумарній витраті стислого газу через дроселювальний отвір. В такій постановці задача виявляється осесиметричною, що суттєво спрощує її вирішення. Саме такий підхід до розрахунку газостатичних підп'ятників можна знайти в відомому звіті фірми МТІ [2].

В роботі [3] об'єктом дослідження являються газостатичні підп'ятники без точкових рестрикторів – це опори з дроселювальними щілинами і з ступінчастою формою робочого зазору. Особливо повною і цікавою в цьому відношенні являється робота [3], де наведена узагальнена модель газостатичного підп'ятника з ступінчастим робочим зазором і зовнішнім дроселем в вигляді конічної щілини, що сходиться по напрямку до робочого зазору. Оскільки стінки конічного дроселя жорстко зв'язані з робочими поверхнями підп'ятника, то опір зовнішнього дроселя реагує на зміни робочого зазору так, що осьова жорсткість опори збільшується вдвічі в порівнянні з постійним щільовим дроселем [3]. Зауважимо, що в деяких випадках дроселювальні отвори забезпечують більш різкий закон зміни тиску на виході при зміні витрати газу через дросель, ніж дроселювальна щілина постійного опору. Це звичайно сприймається як позитивна властивість дискретного надуву, що в певному сенсі справедливо, оскільки така властивість зовнішнього дроселя відповідає задачі підвищення жорсткості підп'ятника. Але такого виграшу по жорсткості, який дає конічний дросель, механізм дискретного дроселювання не може дати принципово. Крім того, ніхто не досліджував, наскільки різке падіння тиску в змащувальному шару в зоні дроселюючих отворів нівелює цей

позитивний ефект. Зрозуміло, що при заміні системи дроселювальних отворів суцільною лінією надуву розрахункова модель не відповідає реальній конструкції і призводить до за відомо завищених характеристик. Тому висновки, отримані на таких ідеалізованих моделях, слід сприймати критично.

Повертаючись до роботи [3], відмітимо, що в ній проведена оптимізація геометричних параметрів з зовнішнім і внутрішнім дроселюванням по максимуму осьової жорсткості і по максимуму відношення осьової жорсткості до витрати стиснутого газу, виявлені порівняльні переваги і недоліки різних осьових підвісів (при оптимальних параметрах) і знайдено, що подвійне дроселювання (зовнішнє – за рахунок дроселювальної щілини і внутрішнє – за рахунок ступінчастої форми робочого зазору) забезпечує під'ятнику самі високі характеристики (в тому числі максимальну осьову жорсткість і максимальну підйомну силу). Окрім того, в роботі [3] показано, що метод гідравлічних опорів може бути узагальнений і на випадок стислого змащування, причому використання його суттєво спрощує розрахунок осесиметричних осьових підвісів і полегшує трактування фізичних законів, які лежать в основі роботи газових підвісів. Однак робота [3] досконало не враховуючи непаралельність робочих поверхонь під'ятників і не дає методів розрахунку їх кутової жорсткості.

Далі в роботі [4] отримані загальні вирази підйомної сили і відновлюючого моменту, прикладених до пластини з боку змащувального шару. Нажаль, робота [4] не доведена до конкретних результатів, що відносяться до реальних конструкцій газостатичних під'ятників. В цій статті немає ні графіків, ні таблиць, ні просто чисел, немає навіть параметрів зовнішнього дроселя, хоча такий припускається, немає практичних висновків і рекомендацій – немає нічого, окрім формул. Очевидно цим і пояснюється той не зовсім справедливий факт, що на цю статтю практично немає посилань – вона пройшла якось непоміченою, не залишивши сліду в наступних роботах інших авторів.

Повертаючись до питання про вибір найбільш вигідної конструкції газостатичного під'ятника, розглянутому в роботі [3], слід відмітити, що кільцеві під'ятники, які мають дві відкриті границі часто використовуються там, де потрібно забезпечити достатню кутову жорсткість. До недоліків таких опор відносяться великі втрати стислого газу – це виключає використання внутрішнього дроселювання, оскільки ступені і канавки на робочих пластинках полегшують втрати стислого газу і малоефективні як засоби підвищення кутової жорсткості. Тому найбільш важливим об'єктом дослідження і оптимізації торцевого підвісу, призначеного для сприйняття суттєвого асиметричного навантаження чи перекошуючих зовнішніх моментів, являється гладкий кільцевий під'ятник з подачею стислого газу через дроселювальну щілину.

### Висновки

Таким чином, для практичного використання більш привабливими є дві конструкції: під'ятник з двома відкритими границями та плоский під'ятник з закритим центром. Для цих конструкцій отримані алгоритми кутової жорсткості, відновленого моменту та інших інтегральних характеристик. Доказано, що розроблені алгоритми обрахування кутової жорсткості газостатичних під'ятників є практично точними.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шевченко А. В. Практичне використання дослідження газостатичних підшипників при їх асиметричному навантаженні : Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСАМ – Вінниця, 2004. – 193 с.
2. Eshghy S. Optimum design of multiple-hole inherently compensated air bearings. Part I. Circular Thrust Bearings. -Trans. ASME, 1975, vol. F97, N 2, p. 221-227.
3. Емельянов А.В. Федотов В.А., Приятельчук В.А. Характеристики радиальных газостатических опор с двойным дроселированием газового потока. - Машиноведение, 1977, № 2, с. 97-104.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1973, №43 с.

Орловська Людмила Олександрівна — студентка групи 2 Е-17 б, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Orlovska Ludmila O. – student of group 2 E-17 б, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia..