

**ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ПАРАМЕТРІВ НА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІДРОСТАТИЧНИХ
ПІДШИПНИКІВ СЕГМЕНТНОГО ТИПУ**Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Україна

Одним з основних завдань сучасного машинобудування є створення роторних машин з високою частотою обертання і малими габаритами, маючими досить великий ресурс. Якщо раніше ротора оберталося, як правило, з частотою менше першої критичної швидкості, то в сучасних машинах застосовуються все частіше закритичні ротори, що обертаються з частотами більше першої (іноді другої) критичної швидкості. Обмеження на збільшення частоти обертання ротора накладаються, перш за все, з боку динаміки системи ротор-підшипник. Як правило, ротор і підшипники визначають ресурс всієї машини. У зв'язку з цим вивчення динаміки системи ротор-підшипник відноситься до одного з найважливіших завдань машинобудування.

В даний час одним з напрямків розвитку газотурбінних двигунів літаків цивільної авіації є збільшення ступені двоконтурності. Це дає істотне підвищення економічності двигуна. Для подальшого підвищення ступеня двоконтурності (понад 9) в двигуни необхідно встановити понижуючий редуктор, на підшипники зубчастих коліс внутрішнього зачеплення діють дуже великі навантаження порядку 100000- 200000 Н при частоті обертання близько 10000 об/хв. При таких великих навантаженнях і високій частоті обертання підшипники кочення не можуть забезпечити необхідний призначений ресурс, який становить понад 10000 годин. Альтернативою підшипникам кочення для підвісу зубчастих коліс редуктора є підшипники ковзання рідинного тертя. Ці підшипники здатні витримувати великі навантаження і мають при високій частоті обертання дуже великий ресурс.

Необхідність демпфування коливань зовнішніх навантажень сприяє більш широкому використанню в якості опор роторів швидкохідних машин підшипників ковзання рідинного тертя, що мають велику демпфуючу здатність в порівнянні з підшипниками кочення. В роботі [1] наводиться обґрунтування необхідності застосування підшипників ковзання рідинного тертя в редукторах авіаційних двигунів і приклади їх застосування. У класифікації підшипників ковзання рідинного тертя важливе місце займають гідростатодинамічні підшипники, які в своїй роботі використовують як гідростатичні, так і гідродинамічні ефекти. Для цих підшипників не потрібна додаткова система мастила з іншим робочим тілом, так як вони можуть працювати на робочому тілі машини. Мала в'язкість робочих тіл і порівняно високі швидкості ковзання створюють умови, при яких існує велика ймовірність появи турбулентної течії робочої рідини.

Наведені нові умови роботи опор роторів вимагають створення нових вібростійких конструкцій підшипників ковзання і необхідність їх динамічної оцінки.

В існуючих конструкціях енергоустановок використовують різні типи підшипників ковзання. Відома велика кількість типів розточки вкладишів [2]. Найбільш часто застосовують найпростіше циліндричне розточення. Однак круглоциліндричний підшипник має малу область стійкості і порівняно невисоку вантажопідйомність. Широко поширений в турбобудуванні двох центровий підшипник. Демпфуюча здатність двох центрового підшипника більше, ніж циліндричного, внаслідок того, що в останньому працюють дві половинки підшипника, кожна з них має клиновий простір

Дуже надійним типом підшипника, що протидіє виникненню коливань масляного шару, є підшипник з самовстановлювальними сегментами. Правильно спроектований і виготовлений підшипник з самовстановлювальними сегментами, на відміну від традиційних циліндричних конструкцій підшипників, дозволяє розширити область стійкого руху ротора. Крім того, вони здатні компенсувати перекося валопроводу.

На статичні і динамічні характеристики гідростатичних підшипників сегментного типу впливає багато факторів. Основними статичними характеристиками гідростатичних підшипників є вантажопідйомність, витрата робочої рідини і втрата потужності на тертя та прокачування. Для визначення динамічних характеристик гідростатичного підшипника потрібно мати траєкторії руху ротора, на основі яких будують амплитудно-частотні характеристики.

Траєкторія руху ротора також залежить від багатьох факторів, одним з яких є закон зміни гідродинамічних сил, отриманих на основі функції розподілу тиску у шарі мастила.

Розглянемо вплив деяких конструктивних і експлуатаційних параметрів сегментного гідростатичного підшипника на його характеристики. Вплив форми камер на характеристики гідростатичних підшипників в даний час досліджено тільки експериментально. В даній роботі виконано теоретичне дослідження впливу форми камер на характеристики гідростатичного підшипника сегментного типу. Розглядалися підшипники з двома формами камер прямокутні і круглі. Результати розрахунків показали, що вантажопідйомність гідростатичного підшипника сегментного типу з круглою формою камер вище приблизно в 1,66 рази, у порівнянні з прямокутною формою камер. Зі збільшенням зазору перевага підшипника з круглою формою камер стає ще більш відчутною.

На статичні і динамічні характеристики підшипника сегментного типу може вплинути тип робочої рідини. Розрахунки основних характеристик сегментного гідростатичного підшипника проводилися для випадків його роботи на воді і на нітрині.

За результатами порівняння отриманих розрахунком основних характеристик сегментного гідростатичного підшипника, працюючого на воді і нітрині, можна зробити деякі висновки:

1. Вантажопідйомність сегментного гідростатичного підшипника, який працює на воді, при усіх розглянутих тисках робочої рідини і відносних ексцентриситетах вище вантажопідйомності сегментного гідростатичного підшипника, який працює на нітрині.

2. Для забезпечення однієї і тієї ж вантажопідйомності сегментного гідростатичного підшипника витрати робочої рідини води будуть менше, ніж нітрині приблизно в 1,3 рази.

3. Втрати потужності на тертя сегментного гідростатичного підшипника, який працює на воді, вище на 20 % у порівнянні з підшипником, який працює на нітрині.

Слід зазначити, що на малих ексцентриситетах вантажопідйомність сегментного гідростатичного підшипника менш чутлива до зміщення точки опори сегментів і суттєво залежить від нього на великих ексцентриситетах. Аналіз результатів розрахунків витрати робочої рідини і втрат потужності на тертя в залежності від зміщення точки опори сегментів показує незначний вплив зміщення точки опори сегментів на ці характеристики.

При виборі параметрів гідравличного тракту сегментного підшипника важливим фактором, що впливає на його працездатність, є правильний вибір діаметра жиклера. Результати розрахунків показали, що для усіх значень ексцентриситетів були отримані оптимальні значення діаметрів жиклерів по вантажопідйомності. Причому зі збільшенням ексцентриситету оптимум зміщувався в бік менших значень діаметрів жиклерів.

Компенсаційні параметри входу та виходу у підшипнику взаємопов'язані, тому кожному значенню зазору в підшипнику відповідає оптимальне значення діаметра жиклера.

Аналіз впливу конструктивних і експлуатаційних параметрів сегментного гідростатичного підшипника на його характеристики допоможе при проектуванні таких типів підшипників.

Список використаних джерел

1. Равикович Ю.А., Ермилов Ю.И., Холобуев А.П. [и др.]. Экспериментальное исследование работы подшипников скольжения с жидкостной смазкой в нештатных режимах // Тр. МАИ. 2011. Вып. № 46. с. 1-10.

2. Brzeski I., Kazimierski Z. High Stiffness bearings // Trans. ASME. Journal Lubricat. Technob. 1979. V. 101. №4. P. 520- 525.