

АНАЛІЗ РОБОТИ ОДНОКАМЕРНОГО ГІДРОСТАТИЧНОГО ПІДШИПНИКА АВІАЦІЙНОГО ПАЛИВНОГО НАСОСУ ПРИ РІЗНИХ ЗНАЧЕННЯХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ

В. І. Назін, П. Є. Горбова

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Працездатність авіаційного двигуна залежить від багатьох факторів, в тому числі від надійності роботи паливного насосу. Найбільш поширено використання в авіаційній техніці паливних насосів шестеренчастого типу. Вони мають просту конструкцію, великий ККД, зручні в експлуатації. Ці насоси використовують для перекачки палива, так і для подачі робочої рідини до вузлів тертя машини. На протязі багатьох років в опорах валів зубчатих насосів використовувались підшипники кочення. Однак тенденція зростання швидкостей обертання валів сучасних швидкохідних машин призводить до зростання віброперевантажень, вібропереміщень і зростання амплітуд коливання валів. В нових умовах роботи все більше поширення отримують підшипників ковзання. Серед підшипників ковзання важливе місце займають гідростатичні підшипники.

Гідростатичні підшипники мають багато переваг у порівнянні з іншими опорами. Одним з важливих переваг цих підшипників є можливість використання як мастильного матеріалу робочого тіла машини, так і гасу. Наявність гасу під великим тиском є додатковим фактором, що дозволяє його використовувати як робоче тіло шестеренчастого насосу. Робота опор насоса в рідинному режимі дозволяє практично виключити знос робочих поверхонь елементів опори. Завдяки цьому суттєво зростає надійність і ресурс насосу, а слід і двигуна в цілому.

Конструктивні параметри гідростатичних підшипників в паливних насосах потребують широкого теоретичного і експериментального дослідження. Наприклад на робочій поверхні гідростатичного підшипника можливо використання трикамерних, двохкамерних і однокамерних конструкцій робочих поверхонь підшипника. Кількість камер на робочій поверхні підшипника суттєво впливає на його несучу здатність, витрати рідини і втрати потужності на тертя. Це дослідження присвячено можливості використання в паливних насосах гідростатичних підшипників з однією камерою на робочій поверхні. Відсутність достатньої інформації по проектуванню таких підшипників робить дослідження, присвячені цієї проблеми, актуальними.

Метою даної роботи є виявлення впливу зміни температури робочої рідини однокамерного гідростатичного підшипника на його характеристики при різних значеннях конструктивних параметрів. Математична модель для розрахунків основних характеристик підшипника розроблялась за загальноприйнятих у гідродинамічній теорії мастила припущеннях. Розглядалась конструкція робочої поверхні підшипника з однією камерою. Робоча рідина подається в камеру під великим тиском, через вхідний компенсатор тиску жиклер. Пройшовши через щілинний тракт підшипника робоча рідина через торці підшипника надходить на злив. В основі визначення несучої здатності підшипника, втрати робочої рідини лежить функція розподілу тиску в шарі робочої рідини. Тиск у шарі робочої рідини визначається зі спільного рішення рівнянь Рейнольдса і балансу робочої



рідини. При русі робочої рідини в щільному тракті енергія перетворюється в теплову. Тепло, що виділяється, нагріває робочу рідину підшипника. З усіх властивостей рідини тільки в'язкість більше змінюється в порівнянні зі щільністю та теплоємністю. Отже в'язкість має домінуючий вплив на поведінку робочої рідини в підшипнику і на його інтегральні характеристики в цілому. Для приблизної оцінки можливо навести такі цифри. Якщо при температурі у 500С в'язкість змінюється не менш ніж в 3 рази, то теплоємність змінюється при цьому не більш ніж на 15%, а щільність не більше ніж на 4%. Тепловий розрахунок однокамерного гідростатичного підшипника авіаційного паливного насосу дозволяє кількісно оцінити підвищення температури робочої рідини. Важливим результатом теплового розрахунку є оцінка зміни несучої здатності та витрат робочої рідини внаслідок підвищення температури робочої рідини. На відміну від гідродинамічних підшипників, в гідростатичних підшипниках робоча рідина подається під великим тиском, тому в цих підшипниках велике значення мають втрати потужності на прокачування. Втрати потужності на тертя у загальному випадку визначаються подвійним інтегруванням функції розподілу дотичних напружень у шарі робочої рідини. Функція розподілу дотичних напружень, відповідно до формули Ньютона, пропорційна в'язкості робочої рідини та градієнту швидкості по товщині шару мастила.

Розрахунок тиску в несучій камері показав, що зі збільшенням ексцентриситету тиск в камері суттєво зростає (приблизно у шість разів). Збільшення тиску в камері пояснюється зменшенням зазору і зростанням опору течії рідини з камери. Характерною особливістю однокамерного гідростатичного підшипника є наявність несучої здатності навіть до нульового ексцентриситету. Витрати робочої рідини через підшипник зі збільшенням ексцентриситету суттєво зменшуються, приблизно у 18,26 разу. Це значно більше зниження ніж у конструкції гідростатичного підшипника з рівномірним розташуванням камер по колу. Це суттєва перевага однокамерного гідростатичного підшипника.

Результати досліджень показали, що зі збільшенням ексцентриситету температура робочої рідини в однокамерному гідростатичному підшипнику зростає. При збільшенні ексцентриситету з 0 мм до 0,018 мм несуча здатність підшипника зменшувалась на 17% за рахунок підвищення температури робочої рідини. Зменшення температури при різних його діаметрах не перевищувало 0,5%.

Отримані результати показують, що однокамерний гідростатичний підшипник можливо використовувати в паливних насосах шестеренчастого типу.

РОЗРОБКА ГІДРОСТАТИЧНОЇ ОПОРИ САТЕЛІТІВ ПОТУЖНИХ АВІАЦІЙНИХ РЕДУКТОРІВ

В. І. Назін, С. В. Щербина

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Тенденція зростання швидкостей обертання роторів сучасних швидкохідних машин призводить до збільшення віброперевантажень, вібропереміщень і зростання амплітуд коливання роторів. Необхідність демпфування коливань зовнішнього навантаження сприяє все більшому поширенню як опора роторів