

УДК 629.7.036.3

**МИХАЙЛЕНКО Т. П.^{1*}, КОВАЛЬОВ А. В.², НЕМЧЕНКО Д. А.³,
ПЕТУХОВ І. І.⁴**

МОДЕЛЮВАННЯ ДВОФАЗНОГО ПОТОКУ В МАГІСТРАЛІ ВІДКАЧУВАННЯ МАСЛОСИСТЕМИ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА

¹ к.т.н., доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки, НАУ «ХАІ», м. Харків, Україна.

² аспірант кафедри аерокосмічної теплотехніки, НАУ «ХАІ», м. Харків, Україна.

³ здобувач наукового ступеня доктора філософії, НАУ «ХАІ», м. Харків, Україна.

⁴ к.т.н., доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки, НАУ «ХАІ», м. Харків, Україна.

* e-mail: t.mykhailenko@khai.edu

Вступ. Розвиток авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД) йде по шляху підвищення їхньої енергетичної ефективності при одночасному зниженні шкідливого впливу на навколишнє середовище. Це досягається за рахунок збільшення параметрів термодинамічного циклу, зменшення маси і габаритів елементів, енергоспоживання допоміжних систем. В результаті, ростуть тиск і температури перед турбіною, частоти обертання роторів і, як наслідок, теплонапруженість елементів двигуна [1].

Надійність і ефективність роботи ГТД в значній мірі визначається досконалістю маслосистеми, що має забезпечувати подачу масла до підшипників та зубчастих зачеплень при будь-яких умовах експлуатації і в широкому діапазоні режимів роботи двигуна. Недостатня подача масла веде до інтенсифікації процесу зношування вузлів тертя, перегріву елементів опор і руйнування підшипників, а надлишкова – до збільшення енергоспоживання нагнітаючих і відкачуючих насосів і відповідного зменшення енергетичної ефективності двигуна [2]. Особливістю маслосистеми авіаційного двигуна є наявність двофазних потоків (масло-повітря), що утворюються в результаті змішування масла, що йде на змащування та охолодження підшипника, і повітря, необхідного для ущільнення масляної порожнини опори. Це суттєво впливає на характер течії потоку, значно знижує межі реалізації у ньому критичних явищ [3, 4].

У доповіді розглядаються особливості моделювання двофазних потоків в таких умовах, наводяться моделі гідравлічних процесів у магістралі відкачування маслосистеми.

Мета роботи. Формування моделі робочого процесу в магістралі відкачування масло-повітряної суміші з масляної порожнини опори ротора авіаційного двигуна з огляду подальшого її використання для обґрунтування параметрів відкачуючого насоса, а також при проектуванні і розрахунку характеристик маслосистеми.

Тези доповідей XVII Міжнародної науково-технічної конференції

«Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», 27–28 квітня 2021 р.

Загальна частина. Раціональне вирішення задачі зниження енергоспоживання без втрати показників надійності маслосистеми вимагає комплексного підходу, що включає математичне моделювання процесів в її елементах. Наявність двофазного потоку суттєво ускладнює моделювання з огляду на значні зміни як складу масло-повітряної суміші, так і тиску при її транспортуванні. В результаті структура двофазного потоку змінюється по всьому контуру маслосистеми. У нагнітальному контурі доля повітря мала і можливий лише бульбашковий режим течії. У магістралі суфлювання, навпаки, мала об'ємна доля масла і потік має, як правило, дисперсну або дисперсно-кільцеву структуру.

Найбільш складною у цьому сенсі є магістраль відкачування, особливо та її частина, що іменується всмоктуючим патрубком відкачуючого насосу. Внаслідок необхідності резервування об'ємна продуктивність цього насосу значно перевищує ту, що відповідає об'ємній витраті масла через підшипник. В результаті газовміст потоку у всмоктуючому патрубку може становити від 0,1 до 0,8 і навіть більше при значному завищенні продуктивності насосу. Тому тут можливі практично всі режими течії двофазного потоку: пінний, розшарований, снарядний або бульбашковий. Причому тиск у патрубку може бути значно нижче атмосферного. Відповідно до режиму течії змінюються співвідношення [3, 4] для розрахунку градієнту тиску та, як наслідок, вирази для швидкості звуку, яка визначає критичну витрату потоку.

Висновки. При моделюванні відкачуючої магістралі маслосистеми ГТД необхідно враховувати значну залежність градієнту тиску та швидкості звуку від термодинамічних параметрів та режиму течії двофазного потоку. Низькі значення рівноважної швидкості звуку при близьких об'ємних долях фаз можуть якісно змінити характер течії вже при швидкостях потоку 10–20 м/с. Внаслідок цього можуть реалізовуватися критичні режими, які супроводжуються обмеженням витрати потоку. Цей фактор слід враховувати при виборі продуктивності відкачуючого насосу і прохідних перерізів відповідних трубопроводів.

Список літератури:

1. *Clean Sky 2 Joint Technical Programme under the European Union's Horizon 2020 Framework Programme for Research and Innovation*. 2015. 777 с. https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/guide-appl/jti/h2020-guide-techprog-clean-sky-ju_en.pdf. Дата звернення 01.01.2021.
2. Дуаиссиа Омар Хадж Аисса, Михайленко Т. П., Петухов И. И. К вопросу моделирования тепловых процессов в масляных полостях опор ротора ГТД. *Авиационно-космическая техника и технология*. 2016. № 1(128). С. 53–57. ISSN 1727-7337.
3. Нигматулин Р. И. *Динамика многофазных сред*. Ч. 1. Москва: Наука. гл. ред. физ-мат. лит., 1987. 464 с.
4. Уоллис Г. *Одномерные двухфазные течения*. Москва: Мир, 1972. 436 с.