

УДК 621.452

Михайло Федорович Давиденко,

кандидат технічних наук, професор

Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС

Вікторія Леонідівна Дятловська,

викладач Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС

Андрій Сергійович Сіора,

викладач Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

У сформованій практиці проектувальних термодинамічних розрахунків газотурбінних двигунів (ГТД) авіаційного і наземного застосування використовується широка гама програмних продуктів, розроблених галузевими конструкторськими бюро (КБ) й інститутами. Всі вони мають приблизно однаковими функціональними можливостями, характеристиками і методичною основою.

Визначення математичної моделі як «сукупності констант і співвідношень, тобто формул, рівнянь, нерівностей і логічних умов, які однозначно пов'язують вектор параметрів, що включає функцію мети і функціональні обмеження, з змінними параметрами, зовнішніми і початковими умовами» наведено в [1]. Дане визначення найбільш повно характеризує математичну модель ГТД.

Під універсальністю математичної моделі мається на увазі її здатність до опису практично будь-яких реальних схем ГТД. Універсальність математичної моделі досягається наступними методами. Перший метод полягає в застосуванні принципу декомпозиції (модульності) схеми ГТД, що складається з модулів вузлів. Кожен модуль виконує функції відповідно до робочих процесами, що відбуваються у відповідному вузлу. Для уніфікації інформаційного обміну між модулями формуються чітко структуровані канали передачі інформації. Другий метод полягає в застосуванні складових частин загальної моделі (підпрограм), кожна з яких відповідає за розрахунок однієї певної схеми ГТД.

Під комплексністю математичної моделі мається на увазі її здатність реалізації широкого кола розрахункових завдань, повністю задовольняє практичним потребам сучасних КБ.

Більшість вітчизняних програм для термодинамічних розрахунків ГТД (такі, як програми ЦІАМ, ГРАД, АСТРА, ограни, DVIGwT тощо) Засновані на ряді єдиних методичних припущень, що спрощують моделювання реальних процесів, що протікають в ГТД:

- ізобарна теплоємність робочого тіла залежить тільки від температури, при цьому термічна дисоціація і рекомбінація продуктів згоряння не враховується;

- робочі тіла (окислювач, продукти згоряння) підкоряються рівняння стану ідеального газу;

- реальний просторовий потік в проточній частині двигуна замінюється осередненим одновимірним потоком (використовуються середньомасовою параметри), нерівномірність поля і пульсації потоку не впливають на робочий процес;

- подоби режимів зберігається при незмінних значеннях чисел Маха (в окружному і осьовому напрямку) і число Рейнольдса;

- зміна основних параметрів вузлів при порушенні автотемпературності по числу Рейнольдса враховується введенням емпіричних поправок (остання не завжди реалізується через відсутність відповідних даних);

- геометрична подібність зберігається у всіх умовах експлуатації;

- вплив двоконтурності на характеристики вентилятора, підпірних ступенів і компресора не враховується;

- модель камери змішання – циліндрична, з повним змішуванням потоків на зрізі змішувача;

- відбори (підводи) робочого тіла не впливають на характеристики компресора і турбіни;

- розрахунок несталіх режимів здійснюється з урахуванням тільки інерційності роторів;

- не враховується різниця потенційних енергій газу для будь-яких довільних перетинів;

- різні види втрат враховуються емпіричними коефіцієнтами і залежностями (характеристиками);

- при змішуванні охолоджуючого повітря з основним потоком газу враховується тільки рівняння енергії;

- не враховується нестационарність теплових процесів;

- енергообмін з зовнішнім середовищем через стінки корпусу двигуна відсутній;

– при розрахунку турбіни враховується робота частини охолоджуючого повітря, що надходить на плівкове охолодження першого соплового апарату, з урахуванням зниження температури і без втрат повного тиску;

– теплові втрати повного тиску в форсажній камері визначаються в припущенні про постійне перетині камери.

Цей основний набір припущень є загальноприйнятим для вітчизняних програм. Напрямки вдосконалення сучасної математичної моделі полягають в наближенні перерахованих вище припущень до реальних процесів [1].

Узагальнений аналіз можливостей сучасних математичних моделей виконаний за критеріями сфери застосування і вирішуваних завдань, форм представлення вихідних даних, функціональності, комплексності та іншим ключовим критеріям.

У сучасних умовах нові проекти ГТД розробляються при значно більш високих рівнях температур і тисків, розширилася номенклатура схемних рішень в зв'язку з розробкою на базі ГТД енергетичних і інших установок. Також опубліковані оновлені відомості по термодинамічних властивостях горючих і окислювачів різних складів і індивідуальних речовин.

У цьому полягають основні причини, що визначають необхідність уточнення раніше прийнятих теоретичних положень і припущень як основи для створення сучасної базової математичної моделі робочого процесу ГТД.

У той же час на практиці поряд з розглянутими застосовуються математичні моделі, розроблені силами самих КБ і включають в себе методичні розробки, отримані в результаті досвіду розрахунково-експериментальної доведення, багато з яких є унікальними. Такі методики необхідно об'єднати в рамках єдиної базової математичної моделі.

Одним з негативних наслідків використання різних розрахункових систем є спостережуване різночитання в оцінці основних параметрів ГТД, необхідність виконання перевірних розрахунків та узгодження математичних моделей. Необхідно в принципі виключити подібні нестиковки, що якісно підвищить ефективність процесу проектування. Вищесказане не виключає можливості подальших модифікацій і розвитку такої математичної моделі, але для спільного проектування двигунів вона повинна залишатися єдиною.

Список бібліографічних посилань

1. Мухамедов Р. Р. Математические модели ГТД. *Молодежный Вестник УГАТУ*. 2014. № 1 (10). С. 35–43.

2. Ахмедзянов Д. А., Горюнов И. М., Кривошеев И. А. Термогазодинамический анализ рабочих процессов ГТД в компьютерной среде DVIGw. Уфа : УГАТУ, 2003. 162 с.

Одержано 30.04.2020



УДК 911.2

Інна Олексіївна Дерябіна,

*викладач, спеціаліст вищої категорії,
Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС;*

Ольга Володимирівна Уманська,

*директор центру прогнозів
Одеського державного екологічного університету*

ГРОЗОВА ДІЯЛЬНІСТЬ У МІСТІ ХАРКІВ

В сьогодення авіація займає передове місце у світовій транспортній індустрії, робота авіації суттєво залежить від погодних умов. Актуальність обраної тематики обґрунтовується тим, що хмари та пов'язані з ними такі метеорологічні явища, як грози суттєво впливають на роботу авіації. Вони значно ускладнюють польоти, а в ряді випадків зовсім виключають їх можливість. Грози – одне із найскладніших атмосферних явищ, характерною рисою яких є тісний зв'язок і взаємообумовленість метеорологічних та електричних процесів. Формування великих об'ємних зарядів і, відповідно, сильних електричних полів супроводжується інтенсивними грозовими розрядами між хмарами та хмарою і землею поверхнею [1].

У даний час не дивлячись на величезну кількість робіт [2-4], присвячених дослідженню конвективних процесів в атмосфері, механізм утворення грози багато в чому ще не ясний. Грозові хмари відносяться до розряду найбільш потужних конвективних хмар і завжди є предметом прискіпливої уваги спеціалістів, котрі займаються прогнозуванням погоди, вивченням клімату. Швидкоплинність і локальність конвективних процесів значно ускладнюють процес завчасного і ефективного прогнозування грозових явищ. Надзвичайно складно передбачувати грозу у короткострокових і