

поля. Зарулювання вертольоту за допомогою електроприводу забезпечить зарулювання та виїзд його на площадки стоянки обмеженого розміру без допомоги буксируючи транспортних засобів та запобігти небезпечних наслідків від несучого та рульового гвинтів, що обертаються.

Список бібліографічних посилань

1. Харченко В. П. Авіоніка : навч. посіб. Київ : НАУ, 2013. 272с.

Одержано 30.04.2020



УДК 51.74

Надія Володимирівна Подгорних,

викладач Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС

Іван Григорович Дерев'янка ,

викладач Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС

Андрій Олександрович Царенко,

викладач Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС

УНІВЕРСАЛЬНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

Сучасні газотурбінні двигуни відносяться до числа найскладніших технічних об'єктів. Вони характеризуються великою кількістю конструктивно-схемних рішень, великим числом типорозмірів, різноманітністю функціонального призначення. Умови їх експлуатації характеризуються різноманіттям режимів роботи при різних зовнішніх умовах, внаслідок чого до них пред'являється безліч, як правило суперечливих, вимог по тязі (потужності), питомої витраті палива, масі, габаритам, емісії шкідливих речовин, шуму, ГЧ-випромінювання тощо. Все це дуже ускладнює процес створення сучасного ГТД. Цей процес в даний час вже немислимий без застосування ЕОМ і математичних

моделей на всіх його етапах. Більш того, математичні моделі необхідні в процесі серійного виробництва, а також при експлуатації ГТД. З використанням математичних моделей можна вирішувати широке коло завдань проектування. Це вибір оптимальних параметрів робочого циклу, розрахунків і аналіз характеристик двигуна на сталих і несталих режимах роботи, аналіз і вибір можливих

програм управління ГТД, вибір законів управління елементами проточної частини ГТД, що особливо важливо для адаптивних двигунів. Крім того необхідно оцінювати масу і розміри двигуна, рівень шуму і інші параметри. Застосування математичних моделей надає можливість вивчення широкого кола проблем, пов'язаних зі створенням ГТД на математичних моделях, а не на двигуні. Все вище сказане зумовлює досить широкий перелік вимог, що пред'являються до математичних моделей. В процесі проектування ГТД використовуються різноманітні математичні моделі як двигуна в цілому, так і окремих його вузлів. В даному документі буде розглядатися універсальна математична модель ГТД, призначена для виконання термогазодинамічних розрахунків проточної частини. Тому в подальшому викладі все які поставлені питання будуть стосуватися тільки таких моделей.

У роботах [1–4] зроблені спроби сформулювати вимоги до математичних моделей ГТД. Найбільш повно, на наш погляд, такі вимоги сформульовані в роботі [4]. Вони розділені на три групи. До першої групи належать вимоги, що забезпечують адекватність математичних моделей, тобто такі моделі повинні достатньо точно описувати робочий процес в проточній частині ГТД. до другої групи належать вимоги, що забезпечують достатню універсальність математичної моделі, тобто можливість її використання для вирішення широкого кола завдань. До третьої групи належать вимоги, забезпечують високий рівень програмування. Нижче наведені ці вимоги, виправлені і доповнені в порівнянні з [4].

1. Урахування зміни теплофізичних властивостей робочого тіла в залежності від його складу і температури, а в двигунах складних схем і в залежності від тиску.

2. Урахування впливу вологості повітря, що входить в двигун.

3. Урахування впливу зміни складу і властивостей робочого тіла, тобто конденсації пари, дисоціації або рідше іонізації газів.

4. Урахування зміни повноти згоряння палива, особливо на великих висотах польоту.

5. Урахування зміни коефіцієнтів втрат в вузлах ГТД в залежності від режиму роботи, характеризується різними параметрами.

6. Можливість урахування відмінностей статичного тиску в газових потоках внутрішнього і зовнішнього контурів на вході в камеру змішування.

7. Можливість урахування впливу нерівномірності і нестационарності потоку на вході в вузли двигуна на характеристики цих вузлів.

8. Можливість урахування змін в характеристиках вузлів ГТД при зміні зовнішніх умов.

9. Урахування впливу числа Рейнольдса на коефіцієнти втрат і характеристики вузлів.

10. Можливість уточнення найменш достовірних параметрів моделі шляхом її ідентифікації по результатами експерименту.

11. Можливість розрахунку зі складними системами відбору повітря за різними ступенями компресорів, що відбирається як на охолодження гарячої частини ГТД, так і безповоротно на літакові та інші потреби.

12. Можливість розрахунку перехідних процесів (приймистість, скидання оборотів).

13. Можливість реалізації довільних і складних програм управління.

14. Модульний принцип побудови програми або програмного комплексу.

15. Захищеність моделі, тобто можливість розрахунку за будь-яких найнесприятливіших поєднаннях вхідних даних їй увесь час процесора і аварійних зупинок.

У даний час жодна з існуючих математичних моделей не задовольняє всім цим вимогам в повній мірі.

У статті [5] наведена математична модель найбільш повно задовольняє цих вимог.

Список бібліографічних посилань

1. Теория двухконтурных турбореактивных двигателей / под ред. С. М. Шляхтенко, В. А. Сосунова. М. : Машиностроение, 1979. 432 с.

2. Янкин В. И. Система программ для расчета характеристик ВРД на ЭЦВМ. М. : Машиностроение, 1074. 168 с.

3. Дружинин Л. Н., Швец Л. И., Лапшин Л. И. Математическое моделирование ГТД на современных ЭВМ при исследовании параметров и характеристик авиационных двигателей. *Труды ЦИАМ*. 1979. № 832. 45 с.

4. Ахметзянов А. М., Дубравский Н. Г., Тунаков А. П. Диагностика состояния ВРД по термодинамическим параметрам. М. : Машиностроение, 1983. 206 с.

5. Гафуров А. М., Осипов Б. М., Титов А. В., Гафуров Н. М. Программная среда для проведения энергоаудита газотурбинных установок. *Энергетика Татарстана*. 2015. № 3 (39). С. 20–25.

Одержано 30.04.2020