

УДК 621.43:004+629.7

Шаповал А.С.¹, Павленко Д.В.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² проф. НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Розробка газотурбінного двигуна (ГТД) починається з етапу попереднього проектування. На цьому етапі приймаються рішення, які фактично визначають вигляд майбутнього двигуна і його компонентів, їх конструктивні особливості та відповідність вимогам технічного завдання, конкурентоспроможність, собівартість та вартість подальшого процесу розробки [1].

Дослідження фірми «Boeing» [2] показали, що на етапі попереднього проектування ГТД витрачається менш ніж 1% вартості життєвого циклу двигуна, але при цьому приймаються рішення, які визначають 80% майбутніх видатків.

Традиційний підхід до попереднього проектування ГТД виглядає наступним чином:

Термодинамічний (або цикловий) розрахунок двигуна. На першому етапі невідомі параметри компонентів двигуна задаються на основі емпіричних даних та досвіду проектування двигунів аналогічної конструкції і розмірів.

На основі даних термодинамічного розрахунку виконуються попередні газодинамічні розрахунки компонентів двигуна.

Повторення першого етапу але із застосуванням розрахованих параметрів компонентів, отриманих за результатами 2 етапу.

Ітеративне повторення другого та третього етапів до повної ув'язки параметрів усіх компонентів двигуна.

Складність визначення оптимальних параметрів двигуна і його компонентів при такому підході полягає у великій кількості невідомих параметрів на першому етапі, які зазвичай визначаються на більш пізніх етапах, та наявність взаємопов'язаних параметрів різних компонентів. Тому, при традиційному підході, трудомісткість і якість отриманих результатів напряму залежить від професійних навичок проектувальників і якості емпіричних даних.

В даній роботі пропонується новий, інноваційний підхід до попереднього проектування ГТД, який передбачає об'єднання циклового розрахунку двигуна з газодинамічними розрахунками його компонентів у єдину оптимізаційну задачу. При такому підході виконується не оптимізація параметрів кожного компонента окремо і пошук компромісів при поєднанні їх у складі двигуна, а оптимізація параметрів двигуна як єдиної системи взаємопов'язаних компонентів.

Для оцінки можливості реалізації такої системи виконано аналіз існуючих програмних засобів для проектування компонентів ГТД і оцінено доцільність їх використання у даній системі. Серед головних критеріїв оцінки були: можливість газодинамічного розрахунку різних типів лопаткових машин (вентиляторів, осьових/радіальних турбін та компресорів) та інших компонентів, наявність різних розрахункових моделей для більш точної оцінки та гнучкого налаштування, наявність інтерфейсів обміну даними між програмними комплексами та можливість їх інтеграції з оптимізаційними комплексами.

За результатами аналізу обрано програмні комплекси компанії «Concepts NREC», які найбільше відповідають зазначеним критеріям. Програми одномірних газодинамічних розрахунків цієї компанії, а саме: Axial (осьові компресори/турбіни), Compal (радіальні компресори), Rital (радіальні турбіни) та Fanpal (вентилятори) дозволяють виконати проектування будь-якої конфігурації ГТД. Крім того компанія пропонує оптимізаційний додаток TurboOPTI, який має вбудовану систему інтеграції з усіма іншими програмними комплексами компанії і буде слугувати інтерфейсом між розрахунковими програмами і сторонніми оптимізаційними комплексами (Dakota, Isight, modeFrontier).

Таким чином, на даному етапі обґрунтована необхідність реалізації автоматичного комплексу проектування ГТД з використанням оптимізаційних комплексів, доведена технічна можливість реалізації та сплановані дії для подальшої роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fabrycky W. Life-Cycle Costs and Economic Analysis / W. Fabrycky, B. Blanchard. – New Jersey : Prentice Hill, 1991. – 384 p.
2. Beatty R. F. Turbomachinery Design Process Improvements Produce More Robust Machine / R. F. Beatty, G. H. Prueger // 36th Joint Propulsion Conference and Exhibit. – 2000.