

УДК 621.43:004

Шаповал А.С.¹, Павленко Д.В.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПОПЕРЕДНЬОГО ПРОЕКТУВАННЯ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Газотурбінні двигуни (ГТД) знайшли широке застосування у багатьох сферах нашого життя, таких як: авіація, морський транспорт, енергетика, видобуток і транспортування газу та інші. Наявність жорсткої конкуренції серед виробників у кожній з цих сфер вимагає постійного вдосконалення процесів проектування двигунів, а також розробку нових підходів до проектування, які б дозволили отримати ГТД з кращими питомими характеристиками ніж у конкурентів і меншою собівартістю виробництва й обслуговування.

Аналіз досліджень у авіаційній галузі [1-2] показав, що етап попереднього проектування – один з найважливіших етапів проектування ГТД, бо від рішень, які прийняті на цьому етапі залежить вигляд майбутнього двигуна і його компонентів, конструктивні особливості та відповідність вимогам технічного завдання. Тому вдосконалення підходів до проектування на цьому етапі – це найбільш перспективний напрямок на сьогоднішній день.

Оскільки традиційний підхід до попереднього проектування являє собою ітеративне повторення термодинамічного (циклового) розрахунку всього двигуна та попередніх газодинамічних розрахунків його компонентів, а також, оскільки на цьому етапі наявна велика кількість невідомих параметрів та взаємопов'язаних параметрів різних компонентів, було запропоновано автоматизувати цей процес за допомогою оптимізаційних комплексів. Такий під-

хід має знизити трудомісткість проектувальних робіт, а також підвищити якість отриманих результатів.

Для реалізації такого удосконалення розроблено блок-схему алгоритму проектування при традиційному підході, та проаналізовано можливість впровадження автоматизації окремих процесів. Встановлено, що при такому підході можливо отримати покращення характеристик окремого компонента двигуна, але для забезпечення найкращих параметрів ГТД в цілому потрібні додаткові ітерації узгодження компонентів та їх корегування. Такі висновки збігаються з результатами деяких робіт [3-4] у науково-прикладних публікаціях за темою застосування оптимізаційних комплексів у двигунобудуванні.

Тому було розроблено новий, інноваційний підхід до попереднього проектування ГТД, який полягає у об'єднанні циклового розрахунку двигуна з газодинамічними розрахунками його компонентів у єдину оптимізаційну задачу. При такому підході оптимізаційні комплекси будуть покращувати характеристики не окремих компонентів двигуна, а його інтегральні характеристики, змінюючи при цьому окремі компоненти.

Розроблена блок-схема для нового підходу, а також теоретично обґрунтована можливість реалізації такого підходу. Визначено загальну математичну модель ГТД, а також підходи до параметризації його компонентів.

Для універсалізації інноваційного підходу проаналізована можливість розробки параметричних моделей окремих елементів двигуна, які у подальшому можна буде масштабувати на ГТД будь якого типу і складності. За результатами аналізу у якості прототипу обрано ТРДД з осьовим вентилятором, осьовими і радіальною ступенями компресора, кільцевою камерою згоряння та осьовою турбіною. В ході подальших робіт буде розроблено параметричні моделі типових елементів та поєднання їх у математичну модель двигуна і інтеграція з оптимізаційною задачею.

Таким чином, на даному етапі роботи обґрунтовані актуальність і перспективність даної теми та теоретична можливість її реалізації, розроблено план реалізації інноваційної моделі, обрано прототип для майбутніх досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Beatty R. F. Turbomachinery Design Process Improvements Produce More Robust Machine / R. F. Beatty, G. H. Prueger // 36th Joint Propulsion Conference and Exhibit. – Las Vegas, 2000: AIAA-2000-3876.

2. Preliminary Multi-Disciplinary Optimization in Turbomachinery Design / Y. Panchenko, H. Moustapha, S. Mah, K. Patel, M. J. Dowhan, D. Hall // Reduction of Military Vehicle Acquisition Time and Cost through Advanced Modelling and Virtual Simulation. – Paris, 2002: 57.

3. Optimization of Compressor Variable Geometry Settings Using Multi-Fidelity Simulation / S. Reitenbach, M. Schnoes, R.-G. Becker, T. Otten // ASME-2015. – Montréal, 2015: GT2015-42832. doi:10.1115/GT2015-42832

4. Optimization of an Engine With a Gear Driven Counter Rotating Fan—Part II: Cycle Selection and Performance / T. Otten, T. Lengyel-Kampmann, R. Becker, S. Reitenbach // 22nd International Symposium on Air Breathing Engines (ISABE), Oct. 25–30, 2015. – Phoenix, 2015: 113303468.