

ПОВІНЦЕВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТУРБІНИ В СИСТЕМІ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

Піжанкова Н.В.

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків*

Математичні моделі газотурбінних двигунів (ГТД) мають широке застосування на різних етапах життєвого циклу, а особливо в процесі проектування. Найбільш поширеними є повузлові моделі, у яких кожна зі складових описується за допомогою характеристик, що задаються із зовнішніми даними, отриманими експериментально або шляхом масштабування характеристик схожих вузлів. Вади таких моделей це неспроможність урахування будь-яких змін у проточній частині та регулювання. Найбільш складними для моделювання процесів є лопаткові машини, які у сучасних двигунах є високонавантаженими, а турбіни ще й високотемпературними, що ускладнює їх моделювання. Більш досконалими є моделі двигунів, які мають повінцевий опис робочих процесів у лопаткових машинах. Для визначення параметрів таких вузлів використовують розрахункові методи. Суттєву проблему при моделюванні складає визначення впливу охолодження на характеристики двигуна. Повінцеві моделі дозволяють оцінювати вплив відбору повітря як за компресором в цілому, так і з міжвінцевих зазорів.

В Національному аерокосмічному університеті “ХАІ” розроблено математичні моделі ГТД, побудовані на одновимірному (розрахунок за середнім радіусом), та двовимірному розрахунках (за висотою лопатки), які реалізують повінцевий опис компресора. Багатоступенева турбіна у цих роботах являла собою єдиний вузол з узагальненими характеристиками. Подальшою розробкою авторського колективу став метод розрахунку експлуатаційних характеристик газотурбінного двигуна з повінцевим описом робочого процесу у багатоступневих компресорі і турбіні. Для побудови моделі турбіни запропоновано метод повінцевого газодинамічного розрахунку її характеристик, який дозволяє на підставі геометричних параметрів лопаткових вінців і проточної частини за допомогою рівнянь газової та термодинаміки і узагальнених залежностей урахувати вплив змішування робочого тіла з повітрям, що пройшло систему охолодження лопаток турбін, диску та корпусу, його витрату та температуру, а також особливості обтікання лопаткових вінців, їх кути натікання ($i = \beta_{1r} - \beta_1$). Це дозволяє отримати необхідні для моделі двигуна параметри таких ступенів. Отримані, як приклад, результати розрахунків ступеня авіаційної турбіни свідчать, що при зміні кута натікання в залежності від режиму роботи в діапазоні від $i = -30$ до $i = +30$ градусів, ККД змінюється на 0,8 процента в абсолютному визначенні, що є дуже суттєвим. Результати розрахунків показують, що урахування зміни ККД ступеня турбіни суттєво впливають на експлуатаційні характеристики двигуна, тобто повінцевий опис цього вузла розширює можливості та підвищує точність моделі ГТД. Особлива увага в моделі приділена урахуванню впливу охолодження на параметри робочого процесу.