

А.М. ФРОЛОВІЧЕВ, В.П. СУБОТОВИЧ, докт. техн. наук,
С.О. ТЕМЧЕНКО

Проектування вільних конфузорних та дифузорних кільцевих каналів для проточних частин турбомашин

Для різних технічних пристроїв турбомашин, таких як міжтурбінні канали турбореактивних двигунів, вихлопні патрубки парових та газових турбін, елементи камер згоряння газових турбін та системи підведення робочого тіла до перших ступенів, актуальною проблемою є проектування вільних кільцевих каналів.

Як і для лопаткових решіток турбомашин, розв'язування оберненої аеродинамічної задачі відкриває нові перспективи у проектуванні та дозволяє побудувати кільцеві канали, які мають високу аеродинамічну якість при значному скороченні часу, що витрачається на проектування і доведення.

Можливі два підходи до розв'язування оберненої аеродинамічної задачі. Перший, що розроблений у теперішній час, – ітераційне розв'язування низки прямих задач до збігу одержуваної картини течії, яка одержується, з тією, що вимагають граничні умови. Другий підхід, перспективний, ґрунтується на розв'язуванні рівнянь газодинаміки за умови, що заданими є параметри ядра потоку, а невідомими – присутні в рівняннях газодинаміки геометричні параметри каналу.

У теперішній час прямі аеродинамічні задачі для дифузорних каналів відомих конструкцій розв'язуються за допомогою *CFD-програм*, в основу яких покладені рівняння Нав'є-Стокса, що дозволяють при застосуванні відповідної моделі турбулентності виконувати розрахунки в'язкої течії досить складних об'єктів. Проте для кожної ітерації, в якій змінені геометричні характеристики об'єкту, що проектується, треба перебудувати сітку, перевірити її характеристики поблизу поверхонь і тільки після цього виконати розрахунок. Навіть при використанні сучасних багатопроцесорних комп'ютерів вимагаються величезні витрати часу для отримання результатів тільки однієї ітерації.

В існуючих конструкціях дифузорів вихлопних патрубків є великий резерв підвищення економічності – це усунення відривів потоку. Є два шляхи використання цього резерву, а саме: вдування потоку в примежовий шар або створення якісно нових конструкцій окреслень дифузорів. Вдування широко застосовують в авіації для забезпечення безвідривної течії і збільшення підйомної сили при відхиленні закрилків крила літака. У вісерадіальних дифузорах турбомашин управління течією на зовнішньому обводі дозволяє істотно поліпшити заповнення робочим тілом прохідних перетинів та суттєво знизити коефіцієнт повних втрат вихлопного патрубка [1–3].

Виходячи з вище наведеного, доцільно розробити метод розрахунку течії, який дозволив би не тільки визначати характеристики течії в каналах, для яких визначена геометрія окреслень (пряма аеродинамічна задача), але і проектувати канали під задані аеродинамічні умови (обернена аеродинамічна задача) за відносно невеликі проміжки часу, прийнятні для практичного турбінобудування.

Передумовами для розробки методів розрахунку течії в кільцевих каналах послужили методи розрахунку течії для розв'язування прямої та оберненої аеродинамічних задач в кільцевих решітках турбомашин на циліндрових поверхнях течії і на довільній поверхні обертання. В основі обох аеродинамічних задач застосований єдиний методологічний підхід, в якому пряма задача розрахунку течії в каналі решітки турбомашини виступає як окремий випадок оберненої задачі проектування міжлопаткового каналу.

Основні принципи, які лежать в основі методу розв'язування прямої та оберненої задач теорії решіток турбомашин, були використані для розробки методу проектування осьових кільцевих каналів. Цей метод буде викладений у випускній роботі магістра. Головні особливості його побудови запозичені з робіт, що присвячені проектуванню осьових каналів [4- 6], та стали у нагоді для перспективних методів проектування вісерадіальних кільцевих каналів [7].

Список літератури:

- 1. Гаркуша А.В.** Аэродинамические исследования выхлопных патрубков совместно с последней ступенью турбины в широком диапазоне режимов работы [Текст] / А.В. Гаркуша, Ю.А. Юдин, А.В. Лапузин, В.П. Субботович //Вестник ХГПУ - Харьков, Вып. 101, 2000. – С.59-63.
- 2. Юдин Ю.А.** Влияние надбандажной протечки на аэродинамику осерадиального диффузора выхлопного патрубка ЦНД паровой турбины при изменении противодавления [Текст] /Ю.А. Юдин, В.П. Субботович, А.В. Лапузин, А.Ю. Юдин //Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». - 2010. – № 2 – С. 70-74.
- 3. Субботович В.П.** Аэродинамические исследования участка выходного диффузора турбины со специальным вдувом потока [Текст]/В.П. Субботович, Ю.А. Юдин, А.В. Лапузин, А.Ю. Юдин // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2013. – № 12(986) – С. 30-35.
- 4. Субботович В.П.** О методе проектирования наружной границы выходного диффузора газовой турбины [Текст] / В.П. Субботович, С.А. Темченко // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – № 67 – С.
- 5. Субботович В.П.** Обратная задача для осевого кольцевого канала [Текст] / В.П. Субботович, С.А. Темченко //Вісник НТУ «ХПІ» – Харків: НТУ «ХПІ». - 2010. – № 3 – С. 56-60.
- 6. Субботович В.П.** Результаты тестирования метода расчета течения в кольцевых каналах//В.П. Субботович, Ю.А. Юдин, А.Ю. Юдин, С.А. Темченко // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – № 8 – С. 91-94.
- 7. Субботович В.П.** Метод расчета течения в осерадиальных кольцевых каналах//В.П. Субботович, А.Ю. Юдин, С.А. Темченко // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2011. – № 6 – С. 24-27.