УДК 621.165

В.М. ОСТРОВЕРХ, НТУ «ХПІ», Харків, Україна
А.В. БОЙКО, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

Вплив відцентрових сил на кінцеві витрати у робочих лопатках

Ефективність роботи турбіни визначається аеродинамічною досконалістю її проточної частини. На сучасному етапі розвитку турбінобудування підвищення ККД проточної частини турбіни, на номінальному режимі, можливо лише з урахуванням просторового характеру течії в турбінних решітках. Під час руху реальних рідин і газів значний вплив на характер перебігу надає в'язкість, в результаті якої, при взаємодії її з турбінною решіткою виникають так звані «Вторинні течії» що представляє собою комплекс вихрових структур викликаних низкою складних аеродинамічних явищ. Вони включають в себе подковообразний, канальний і кутові вихори, а ключовими місцями формування джерел втрат є торці решітки та сторона розрідження (спинка) лопатки. Останнім часом досить поширеним підходом для підвищення ККД проточної частини турбіни є просторова оптимізація. Існуючі алгоритми оптимізації потребують удосконалення через їх велику обчислювальну ресурсоємкість, пов'язану з потужностями сучасних комп'ютерів та їх можливістю обчислювати з необхідною точністю, для врахування впливу діючих критеріїв.

У світі, використовуючи просторову оптимізацію, створюються парові турбіни з найвищим рівнем ККД. Таким чином, створення ефективного і коректного алгоритму оптимізації проточної частини турбіни з урахуванням всіх можливих втрат і є актуальним завданням у світі в галузі енергетики і насамперед для України.

Метою магістерської роботи є: визначення впливу відцентрових сил на кінцеві втрати в робочих лопатках, а також на основні аеродинамічних характеристик турбінних решіток з використанням методів обчислювальної гідродинаміки (CFD) і пакету програм, задіяних на кафедрі «турбінобудування», другорядна мета це створення коректного, ефективного та достовірного алгоритму методики відстеження впливу цих втрат.

Об'єктом дослідження є аеродинамічні явища в решітках осьових турбін високого тиску.

Предмет дослідження – вторинні течії в напрямних решітках осьових турбін високого тиску, зокрема засоби впливу на них, їх зменшення або перерозподіл з використанням аеродинамічної оптимізації.

Для досягнення поставленої мети були здійснені наступні дії:

- проаналізовано матеріал по вже існуючим напрацюванням по розглянутій темі, а саме впливу відцентрових сил на характер витікання і втрат в проточній частині турбін, відзначаючи, що складність створення подібної методики полягає в тому, що перебіг реального робочого тіла в проточній частині

паротурбінних установок має складний просторовий і нестаціонарний характер. Тому теоретичний аналіз поки не забезпечує надійного визначення справжнього характеру течії і для вирішення цієї проблеми необхідний експеримент, що дозволяє поєднувати спрощений математичний апарат з експериментальними коефіцієнтами і отримувати, таким чином, досить достовірний результат;

- з урахуванням досвіду попередніх робіт, розпочато розробку та планування майбутнього експерименту. А саме, здійснено побудову геометрії взятої для експерименту моделі робочої решітки типу R2 осьової турбіни ВТ-3. В якості вихідних даних для розрахунків приймалися: повний тиск, повна температура, кут входу і статичний тиск на виході з розрахункової області. Робоче тіло – в'язкий стиснений газ (повітря).

- визначено параметри тривимірної розрахункової сітки розмірністю 170x80x50 і обрано модель турбулентності SST;

- задано відповідні експерименту граничні умови та здійснено ряд розрахунків, які дозволять проаналізувати та визначити вплив відцентрових сил діючих в турбіні на структуру тривимірної течії;

- Зроблено висновок щодо обґрунтування коректності проведення оптимізації, за допомогою зменшення кінцевих втрат, ізольованої кільцевої турбінної решітки осьової турбіни, в порівнянні з її оптимізацією у складі ступеню;

Отже, зробивши потрібні висновки, актуальність отриманих результатів дає можливість:

- отримати подальший розвиток підходу до оптимізації турбінних решіток, який об'єднує теорію планування експерименту і методи розрахунку течії і забезпечує як високу точність розрахунку, так і суттєве зменшення часу оптимального проектування;

- інтегрувати можливий засіб зменшення кінцевих втрат в робочих лопатках з вже розробленим алгоритмом аеродинамічній оптимізації, що в підсумку дозволить отримати більш ефективну робочу решітку і з заданою точністю зберегти величину витрати робочого тіла;

Практичне значення отриманих результатів для галузі турбінобудування полягає у використанні розробленого алгоритму оптимізації для створення високоефективних ступенів турбін з якомога меншими значеннями кінцевих витрат, що дозволить істотно підвищити ККД парових турбін і ефективність турбоагрегату в цілому.

Список літератури:

1. *Щегляев, А. В.* «Парові турбіни. Теорія теплового процесу і конструкції турбін»: Підруч. для вузів: У 2 кн. Кн. 1.-6-е видав., перероб., доп. і підгот. до друку Б. М. Трояновскім.-М .: Вища школа, 1993.- 384 с .: іл

2. *Батурин О. В.* Конспекти лекцій з навчальної дисципліни «Теорія і розрахунок лопаткових машин»: навч. посібник /О.В. Батурін.- Самара: СГАУ, 2011.-241 с .: іл.

3. *Степанов Г. Ю.* Гідродинаміка решіток турбомашин. - М .: Физматгиз, 1962. - 512 с.