

КОМПЛЕКСНИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ТУРБІННОГО СТУПЕНЯ

Бойко А.В., Усатий О.П., Максюта Д.І.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Обчислювальна гідрогазодинаміка (CFD) дозволяє розв'язувати задачі оптимізації з високою точністю та отримувати більш детальну картину течії в турбінному ступені. Однак, оптимізація з використанням CFD потребує значних часових ресурсів для виконання розрахунків. Оптимізацію турбінного ступеня в одновимірній або двовимірній постановці можливо виконати значно скоріше, проте, достовірність отриманих результатів може бути нижчою за рахунок недостатнього урахування складних фізичних явищ, які мають місце в турбінному ступені. Для ліквідації зазначених недоліків доцільно використовувати комплексний підхід, заснований на застосуванні одновимірної та тривимірної теорії для вирішення задач оптимального проектування турбінних ступенів.

Розроблено алгоритм комплексного методу оптимізації ступені осьової турбіни, який засновано на ітераційному процесі почергового застосування методів одновимірної та тривимірної оптимізації.

Одновимірна оптимізація включає в себе вибір оптимальних значень величин кутів виходу потоку із соплової та робочої лопатки на середньому радіусі. При цьому, кут виходу потоку з соплового апарату у відносному русі дорівнює вхідному геометричному куту робочих лопаток. При тривимірній оптимізації знаходяться оптимальні значення законів закрутки лопаткових вінців. Весь процес оптимізації супроводжується обов'язковим виконанням умови збереження масової витрати робочого тіла у турбінному ступені.

Проведено оптимізацію моделі турбінного ступеня (прототип 3-ї ступені ЦВТ парової турбіни К500-65/3000) з двома величинами радіальних зазорів (0,5 мм та 1,0 мм).

Розроблений алгоритм показав стабільну тенденцію до підвищення ККД як в одновимірній так і в тривимірній оптимізації.

Зроблено аналіз отриманих результатів. ККД ступеня в одновимірній оптимізації зростає за рахунок зниження втрат на сопловій, робочій решітці та втрат із вихідною швидкістю. Це досягається оптимальним вибором ступеня реактивності на середньому радіусі. Тривимірна оптимізація дозволяє визначити оптимальні закони закрутки лопаток та вирівняти по висоті робочої решітки удар потоку при натіканні на неї.

Застосування алгоритму оптимізації дозволило підвищити ККД ступеня на 0,56 % в абсолютних величинах при радіальному зазорі 0,5 мм та на 0,35 % при радіальному зазорі 1,0 мм.

Зроблений аналіз отриманих результатів однаково вірний для обох величин радіальних зазорів. Це свідчить про високу точність розробленого методу та можливість його застосування для широкого діапазону конструкцій турбінних ступенів.