

Расчёт профильных потерь в решётках турбинных профилей с использованием метода гибридных сеток

Научный руководитель – Максимов Фёдор Александрович

Нигматуллин Вячеслав Олегович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра аэромеханики и газовой динамики,
Москва, Россия

E-mail: s.familia@list.ru

Представлены результаты моделирования турбулентного течения вязкого газа в межлопаточных каналах бесконечных решёток турбинных профилей T106A, P45, P48 на дозвуковых, трансзвуковых и сверхзвуковых режимах работы. Проведено сравнение результатов с экспериментами, подробно описанными в работах [1],[3]. Показана возможность применения гибридной вязко-невязкой модели и метода гибридных сеток для расчёта аэродинамических характеристик плоских решёток турбин при высоких числах Рейнольдса, характерных для эксплуатации турбомашин.

Предложенный в [2] метод расчёта задач внешнего обтекания системы тел с использованием гибридных сеток, представляющих собой систему из прямоугольной сетки, перекрывающей всю расчётную область и наложенных на неё сеток, построенных около обтекаемых тел был адаптирован для моделирования внутреннего течения газа в проточной части турбомашин, в частности, для задачи определения профильных потерь энергии газа при протекании его через систему турбинных профилей, образующих конфузорные каналы, в которых газ разгоняется при наличии перепада давления. Для такого типа задач характерна двумерная периодическая постановка и специфические граничные условия. Для технически актуальных задач характерное число Рейнольдса составляет порядка $Re=10^6$, соответственно, необходимым условием модели является учёт турбулентности течения. Газодинамический расчёт проводился для трёх решёток профилей сопловых лопаток первых ступеней газовых турбин.

Сравнение с экспериментом проводилось по распределению скорости по обводам профиля и по коэффициенту профильных потерь $\zeta_{пр}$. Анализируя результаты численного моделирования можно заключить, что примененный гибридный метод, который подразумевает решение системы уравнений Эйлера невязкого газа на внешней сетке, перекрывающей всю расчётную область, и системы уравнений Навье-Стокса с учётом турбулентности на сетках построенных около обтекаемых тел, позволяет моделировать течение газа в межлопаточных каналах и определять потери энергии потока при его протекании через решётки профилей.

Источники и литература

- 1) АТЛАС экспериментальных характеристик плоских решёток охлаждаемых газовых турбин/ В.Д. Венедиктов, А.В. Грановский, А.М. Карелин, А.Н. Колесов, М.Х. Мухтаров. – Москва: ЦИАМ, 1990. – 393 с.
- 2) Максимов Ф.А., Шевелев Ю.Д. Моделирование обтекания проницаемых поверхностей // Мат. моделирование. 2018. №11. С.127-144.
- 3) Influence of Free-Stream Turbulence and Blade Pressure Gradient on Boundary Layer and Loss Behavior of Turbine Cascades (86·GT·234) H. Hoheisel, R. Kiock, H. J. Lichtfuss, and L. Follner.