

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА С НАДРОТНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Ворошнин Д.В., Маракуева О.В.

ООО «НУМЕКА», г. Санкт-Петербург, d.voroshnin@numeca.ru

Ключевые слова: осевой компрессор, надротное устройство, газодинамическая устойчивость, КПД, CFD.

С целью увеличения диапазонов устойчивой работы компрессоров применяются надротные устройства (НРУ) различного типа. Работа посвящена численному исследованию влияния щелевого НРУ на работу двухступенчатого осевого компрессора авиационного двигателя на различных режимах. НРУ представляет собой кольцевую полость, которая соединяется с проточной частью одним рядом щелей (рис.1).

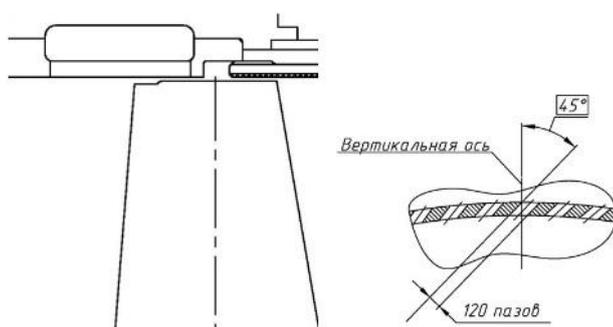


Рис. 1 – НРУ с одним рядом щелей

В работе особое внимание уделяется созданию оптимальной трёхмерной CFD-модели, позволяющей с наибольшей точностью оценить интегральные параметры компрессора и воспроизвести нестационарные эффекты взаимодействия лопаток и НРУ.

Моделирование течения выполняется с помощью специализированного ПК Numeca Fine/Turbo. Проведение тщательного анализа работы НРУ требует применения нестационарных подходов моделирования течения. Однако постановка URANS является слишком затратной с точки зрения необходимых ресурсов и времени проведения расчета, что приводит к невозможности анализа в широком диапазоне частот вращения. Поэтому в работе все расчеты проводятся с применением нелинейного гармонического метода NLH, позволяющего значительно сократить время расчета за счёт учета только нестационарных эффектов, связанных с частотой мелькания следа. При создании модели проводится анализ влияния количества гармоник в методе NLH на параметры течения и интегральные характеристики, оценивается влияние положения интерфейса ротор-статор между лопатками и НРУ.

Разработанная математическая модель показала увеличение запасов газодинамической устойчивости на низких частотах вращения при учете НРУ.

Список литературы

1. Кампти, Н. Аэродинамика компрессоров. М.: Мир, перевод под ред. Ф.Ш. Гельмедова, 2000.
2. Japikse D., Nicholas C. Baines. Introduction to Turbomachinery. Concepts ETI, Inc., 1997.
3. Hirsch C. Numerical Computation of Internal & External Flows: the Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed. Butterworth-Heinemann (Elsevier), 2007.
4. NUMECA Int., "Flow Integrated Environment", User Manual, Numeca Int., Brussels, Belgium, 2014.

Сведения об авторах

Ворошнин Денис Владимирович, генеральный директор. Область научных интересов: проектирование и доводка турбомашин, вычислительная газовая динамика.

Маракуева Ольга Валериевна, инженер. Область научных интересов: вычислительная газовая динамика, оптимизация лопаточных машин.

NUMERICAL SIMULATION OF AN AXIAL COMPRESSOR WITH CASING TREATMENT

Voroshnin D.V., Marakueva O.V.

NUMECA Russia, St. Petersburg, d.voroshnin@numeca.ru

Keywords: axial compressor, casing treatment, stall margins, efficiency, CFD.

Numerical study of casing treatment in a two stage axial compressor stage is performed at different rotational speeds. The casing treatment with axial slots is applied to improve stability and enhance stall margin. The simulations are performed with Non-Linear Harmonic Method in Numeca Fine/Turbo solver. The influence of the number of harmonics and the position of the rotor-stator interface between blades and the casing treatment on the flow parameters and integral characteristics is analyzed. The final model showed the significant improvement of the stall margin at low rotational speed.