

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА ИНДУСТРИАЛЬНОГО ГТД

Горячкин Е.С., Кудряшов И.А., Попов Г.М., Щербань А.И.
Самарский университет, г. Самара, goriachkin.e.s@gmail.com

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, компрессор, численное моделирование.

Компрессор – один из основных узлов газотурбинного двигателя (ГТД), эффективность которого в значительной степени определяет эффективность всего двигателя [1]. Для моделирования рабочего процесса компрессоров применяются программные комплексы на основе методов вычислительной газовой динамики. Их применение позволяет конструктору с достаточной степенью точности определять характеристики компрессора еще на стадии проектирования. Что, в конечном итоге, позволяет существенно снизить сроки и стоимость разработки нового изделия.

Объектом исследования в данной работе являлся многоступенчатый осевой компрессор стационарной газотурбиной установки. Компрессоры подобного типа характеризуются сложной пространственной картиной течения потока, наличием отрывов и вихрей, а также сверх- и трансзвуковой скоростью потока в первых ступенях.

Целью работы являлось создание численной модели компрессора и расчет его характеристик.

Создание численной модели и расчёт осуществлялись в программном комплексе NUMECA Fine/Turbo.

Геометрия расчётной области была построена на основе конструкторской документации и состояла из доменов опоры, входного направляющего аппарата, рабочих колёс и направляющих аппаратов (рис. 1).

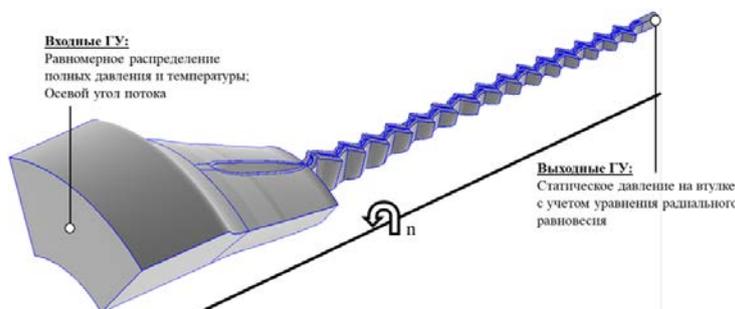


Рис.1. Геометрия расчётной области исследуемого компрессора

Суммарное количество ячеек в расчетной сетке компрессора составило около 16 млн. Средний размер сетки для одного домена рабочей лопатки составил 570 тысяч элементов, а для одного домена направляющего аппарата – 370 тысяч элементов. Величина минимальной скошенности в трёхмерной сетке составила 22,9 градуса. Среднее значение параметра Aspect Ratio составило около 1000.

При настройках расчётной модели в программном комплексе NUMECA Fine/Turbo в качестве рабочего тела использовался идеальный газ со свойствами сухого воздуха, переменными изобарной теплоёмкостью и вязкостью.

При расчётах использовалась модель турбулентности k-ε (Extended Wall Function).

В качестве граничных условий на входе в опору компрессора задавалось значение полного давления $p^* = 101,325$ кПа и полной температуры $T^* = 288,15$ К, направление потока на входе было задано осевым. На выходе из компрессора задавалось статическое давление во втулочном сечении с учётом радиальной неравномерности потока.

С использованием разработанной численной модели были рассчитаны характеристики компрессора в виде зависимостей степени повышения давления в компрессоре π_k^* от расхода воздуха через компрессор $G_{в.пр}$ и зависимостей КПД компрессора η_k^* от расхода воздуха через компрессор $G_{в.пр}$ при различных значениях частоты вращения ротора (рис. 2).

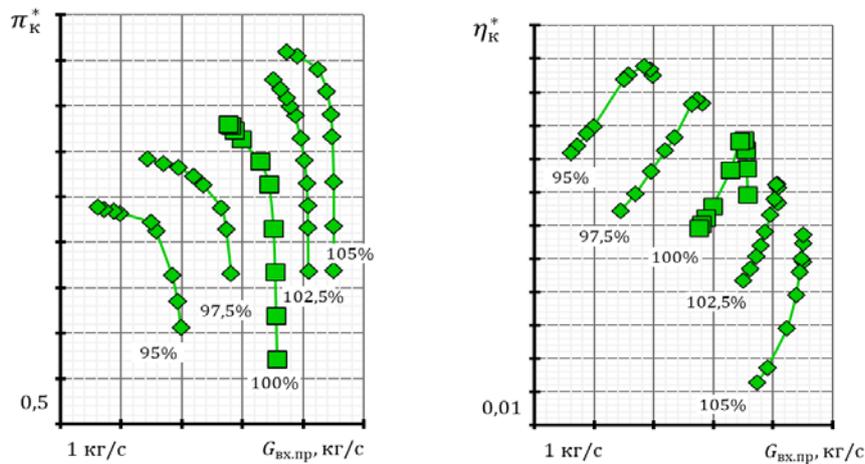


Рис. 2. Рассчитанные характеристики компрессора

Полученные характеристики компрессора в дальнейшем будут использованы для передачи в термодинамическую модель двигателя.

Работы выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме: «Организация высокотехнологичного производства промышленных ГТД с интеллектуальной системой конструкторско-технологической подготовки для повышения функциональных характеристик» (Соглашение о предоставлении гранта № 075-11-2021-042 от 24.06.2021 г.).

Список литературы

1. Кулагин В.В. Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. для вузов М.: Машиностроение, 2003. 616с.

Сведения об авторах

Горячкин Евгений Сергеевич, м.н.с. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Кудряшов Иван Александрович, инженер. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Попов Григорий Михайлович, с.н.с, к.т.н, доцент. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Щербань Анастасия Ивановна, м.н.с. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

CALCULATION OF CHARACTERISTICS OF A MULTISTAGE AXIAL COMPRESSOR OF INDUSTRIAL GTE

Goriachkin E.S., Kudryashov I.A., Popov G.M., Shcherban A.I.

Samara National Research University, Samara, Russia, goriachkin.e.s@gmail.com

Keywords: gas turbine engine, compressor, numerical modelling.

As a result of the work, a numerical model of a multistage axial compressor of a stationary gas turbine plant was created and its characteristics were calculated.