

УДК 629.036

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБИНЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ E3-GE

© Волков А.А., Горячкин Е.С., Ращупкина А.В.

e-mail: gdi@ssau.ru

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

На данный момент активно развивающимся направлением является численное моделирование рабочих процессов ГТД в различных специализированных программных пакетах таких как NUMECA FINE™/Turbo, ANSYS и др. В данной работе выполнено создание численной модели турбины высокого давления двигателя E³-GE.

Двигатель E³-GE это совместная разработка таких фирм как NASA и GeneralElectric 1970-80х годов. На базе этого двигателя создано целое семейство турбовентиляторных зарубежных современных двигателей для гражданской авиации GE90, GE9x, GE9x. Исходными данными для данной работы послужили отчеты фирмы NASA и GeneralElectric [1], в которых приведены основные данные по различным узлам данного ГТД [2].

Целью данной работы является создание и верификация численной модели турбины высокого давления двигателя E³-GE. Для этого были поставлены такие задачи как: получение геометрической модели турбины высокого давления с помощью исходных данных, построение сеточной модели в программном обеспечении NUMECA AutoGrid5, расчет полученной численной модели в программном обеспечении как NUMECA FINE™/Turbo. Исследуемая турбина высокого давления, состоит из двух ступеней (рис. 1). Исходные данные по геометрии профилей лопаток и меридиональному сечению тракта были взяты из отчёта NASA [1].

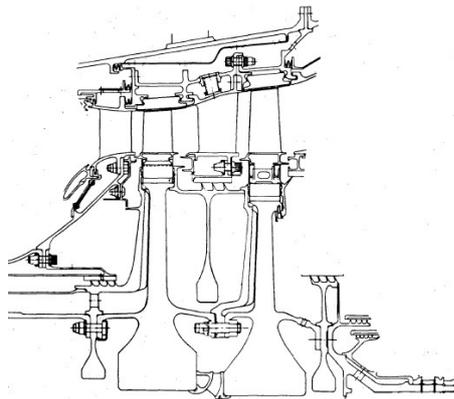


Рис. 1. Турбина высокого давления двигателя E3-GE

Для профилирования лопаток турбины высокого давления в программном обеспечении Profiler по заданным координатам из таблиц были созданы сечения каждой лопатки турбины. Каждая лопатка построена по трём сечениям: втулочное, среднее и периферийное. Далее в программном обеспечении КОМПАС по известным геометрическим данным построены меридиональные обводы данной турбины. Все

полученные геометрические модели были перенесены для расчетов в программное обеспечение NUMECA, в котором выполнялся расчёт.

Создание сеточной модели выполнено в программном обеспечении NUMECA AutoGrid 5 [3]. Расчет проводился с использованием модели идеального газа Air (Real gas). Для расчета задавалась математическая модель Turbulent Navier-Stokes, так как она является наиболее универсальной, а модель турбулентности была выбрана Spalart-Allmaras, так как она является наиболее экономичной для вычислительных ресурсов. Граничными условиями (рис. 2) являлись полное давление газа на входе в турбину $p_r^* = 1241056 \text{ Па}$, полная температура газа на входе в турбину $T_r^* = 1520,928 \text{ К}$ и статическое давление на выходе из турбины высокого давления $p_t = 234648,56 \text{ Па}$, которые были известны из технического отчета. Расчёт выполнялся при частоте оборотов турбины $n = 12520 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

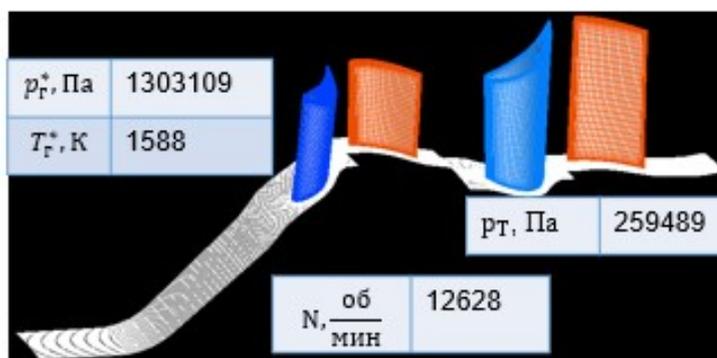


Рис. 2. Граничные условия для расчета

В результате работы была получена рабочая точка турбины высокого давления. В ходе дальнейшей работы планируется выполнить расчет характеристики турбины высокого давления и исследование влияния параметров численной модели на результаты расчета.

Благодарность

Результаты работы были получены с использованием средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (номер гранта МК-3168.2019.8)

Библиографический список

1. Timko L.P. Energy efficient engine high pressure turbine component test performance report, 1985.
2. Johnston R.P., Hirschcron R., Koch C.C., Neitzel R.E., Vinson P.W., ENERGY EFFICIENT ENGINE Preliminary Design and Integration Studies, 1978
3. Попов Г.М. Численное моделирование рабочего процесса и расчета характеристик вентилятора ГТД с помощью методов вычислительной газовой динамики [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Г.М. Попов, Е.С. Горячкин, Ю.Д. Смирнова; О.В. Батулин Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королёва (нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (11,4 Мбайт). – Самара, 2014.