

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ОХЛАЖДАЕМОЙ ТУРБИНЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ЕЕЕ-PW

Тюрина Д.С., Кудряшов И.А.

Самарский университет, г. Самара, dasha2001@live.ru

Ключевые слова: охлаждаемая турбина, турбина высокого давления, NASA.

Проектирование газотурбинного двигателя (ГТД) является одной из сложнейших и наукоемких технических задач. Турбина высокого давления (ТВД) является одним из самых нагруженных узлов двигателя, поэтому для ее проектирования используются самые передовые технологии в таких направлениях науки, как газовая динамика, процессы горения, теплопередача, материаловедение, динамика, прочность, механика твердого тела, электроника и др. [3].

В качестве объекта исследования выбрана ТВД двигателя ЕЕЕ-PW из отчета NASA [1]. ТВД ЕЕЕ-PW – одноступенчатая охлаждаемая турбина, количество лопаток на рабочем колесе – 54, а на сопловом аппарате – 24.

В отчете представлены координаты сечений лопаток с переменным по высоте аэродинамическим профилем, по которым была создана геометрическая модель в программном комплексе Siemens NX. Профили лопаточных венцов дополнительно были выглажены с целью обеспечения плавного изменения кривизны кривой. Полученный результат изображен на рисунке 1.

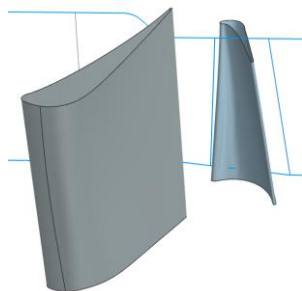


Рисунок 1 – Профили рабочей и сопловой лопаток ТВД ЕЕЕ-PW

Создание сеточной модели выполнялось с помощью программы Numeca AutoGrid5. Значение коэффициента роста ячеек по высоте проточной части для базовой сеточной модели составило $ER = 1,4$, максимальное удлинение ячеек по высоте проточной части составило $MR = 500$, а безразмерное значение пристеночного параметра было $y^+=1$.

Моделирование рабочего процесса было выполнено в программном комплексе Numeca FineTurbo. В качестве рабочего тела использовалась модель реального газа со свойствами сухого воздуха из справочника Дорофеева [2]. В качестве граничных условий на входной границе задавались полные температура и давление, на выходной границе задавалось статическое давление на втулочном сечении с учетом радиальной неравномерности потока. Охлаждение турбины задавалось ячеечным выдувом охлаждающего воздуха с поверхности лопаток (рис. 2).

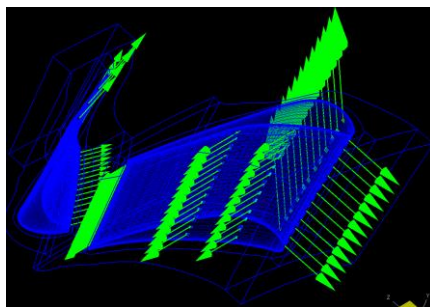


Рисунок 2 – Система охлаждения лопаток ТВД

Распределение числа Маха по сечениям представлено на рисунке 3.

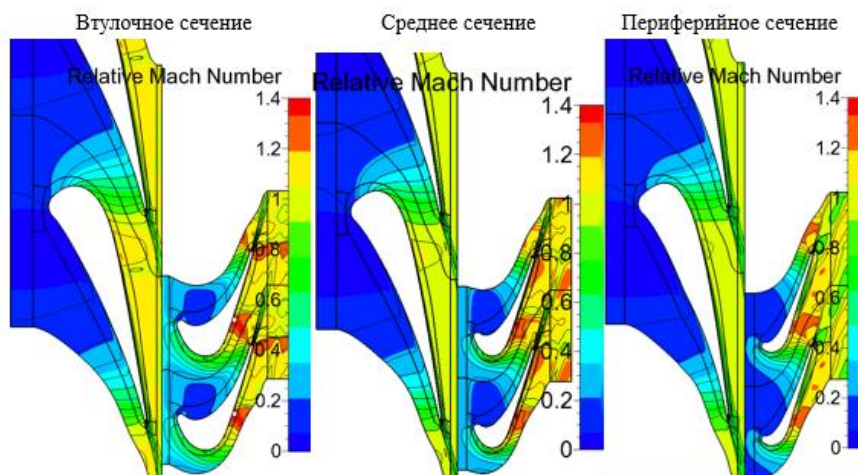


Рисунок 3 – Распределение числа Маха в сечениях по высоте лопаток

В результате выполненного численного моделирования полученное КПД турбины отличается от экспериментальных результатов на 2,0%. Такое различие может быть связано с упрощенной постановкой моделирования системы охлаждения, способом центрирования сечений, влиянием настроек численной модели и др.

Список литературы

1. Robert D. Thulin, David C. Howe, Irwin D. Singer Energy Efficient Engine high-pressure turbine detailed design report // National Aeronautics and Space Administration – Lewis Research center, Cleveland. 178 ст.
2. Дорофеев В.М., Термогазодинамический расчет газотурбинных силовых установок [Текст] / В.М. Дорофеев [и др.]. М.: Машиностроение, 1973. 144 с.
3. Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л., Газотурбинные двигатели [Текст] / А.А. Иноземцев [и др.]. ОАО «Авиадвигатель», Пермь, 2006. 1195 с.

Сведения об авторах

Тюрина Д.С, студент. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Кудряшов И.А., аспирант кафедры ТДЛА им. В.П. Лукачёва. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

SIMULATE THE WHORKING PROCESS OF HIGH-PRESSURE TURBINE EEE-PW

Tyurina D.S., Kudrjashov I.A.

Samara University, Samara, Russia, dasha2001@live.ru

Keywords: cooled turbine, high-pressure turbine, NASA.

Simulation of high-pressure turbine operation with cooling according to NASA report and comparison of results.