

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В СТУПЕНИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

Туйзюков А. О., Горшков А. Ю., Мербаум В. Г.,
Самарский государственный аэрокосмический университет им. С. П. Королева
(национальный исследовательский университет), г. Самара, Самарская обл., Россия

С 1970х годов в лаборатории лопаточных машин на кафедре теории двигателей летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ) для проведения студенческих лабораторных работ используется стенд для экспериментального получения характеристик модельного малоразмерного центробежного компрессора состоящего из входного направляющего аппарата, рабочего колеса (РК) и выходной системы. Исследуемый компрессор имеет следующие параметры: частота вращения ротора до 30000 об/мин ; степень сжатия $\pi_k^* < 1.1$; расход воздуха $G_6 < 0.02 \text{ кг/с}$. За время эксплуатации стенда был накоплен большой объем экспериментальных данных о рабочем процессе данного компрессора в разных условиях.

Течение в модельном компрессоре было исследовано в программном комплексе *Ansys CFX*. Для этого была создана модель рабочего процесса, состоящая из двух элементов - доменов: РК и выходной области. Домен РК рассчитывался в подвижной системе координат (СК), вращающейся с частотой вращения ротора. Выходная область считалась в неподвижной СК. Данные о параметрах потока из первой расчетной области во вторую передавались с помощью интерфейса *Stage*. Расчетная область выходной системы также содержала в себе полость за диском РК, что позволило учесть утечки рабочего тела и дисковые потери. Модель РК учитывала также наличие радиального зазора над торцами лопаток величиной 0,3 мм.

Геометрия всех элементов компрессора была воссоздана в программах *Blade Gen* (РК) и *Design Modeler* (выходная система) по имеющимся чертежам и результатам обмера компрессора. Все элементы были разбиты структурной сеткой конечных элементов. Общее число конечных элементов во всей рассматриваемой расчетной области – 300 тыс. элементов. В качестве рабочего тела использовался идеальный газ со свойствами сухого воздуха. В расчётах учитывалось, что его теплоёмкость и динамическая вязкость зависят от температуры. В ходе расчётов использована модель турбулентности $k-\Sigma$.

Полученные в результате расчетного исследования характеристики компрессора были сопоставлены с экспериментальными данными. Было установлено, они хорошо совпадают качественно, но существенно отличаются (в несколько раз) количественно. Проведенный анализ и сопоставление расчетных и экспериментальных данных позволило выявить ряд существенных ошибок в организации эксперимента и методике обработки его данных, приводящих к значительному искажению результатов. Также было установлено, что применяемая в ходе эксперимента для вычисления крутящего момента на валу компрессора тарировочная зависимость ошибочна.