

АНАЛИЗ ДО- И ТРАНСЗВУКОВОГО ТЕЧЕНИЯ В ОСЕВОМ МНОГОСТУПЕНЧАТОМ КОМПРЕССОРЕ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА AxSym

Бойко Л.Г., Дёмин А.Е.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

Необходимость выполнения поверочных газодинамических расчетов течения в многоступенчатом осевом компрессоре возникает на всех стадиях жизненного цикла двигателя: в процессе проектирования, доводки и эксплуатации. Эти расчеты позволяют определить суммарные характеристики и структуру течения в компрессоре, а также анализировать согласованность работы ступеней. Для решения такой задачи могут использоваться методы различного уровня сложности: от методов анализа потока по среднemasсовым параметрам до методов исследования вязкого пространственного течения. Обычно наибольший объем расчетных работ при проектировании приходится на 2D подходы, которые имеют достаточные для практики быстродействие и точность. Особый интерес представляют режимы работы двигателя на пониженных частотах вращения, которые сопровождаются перепуском воздуха из проточной части компрессора. Для анализа работы ГТД на таких режимах необходимы численные методы, позволяющие учитывать перепуск воздуха из проточной части и связанные с этим потери.

В проблемной научно-исследовательской лаборатории газотурбинных двигателей и установок кафедры теории авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского "ХАИ" разработан комплекс программ AxSym, позволяющий анализировать в 2D постановке структуру до- и трансзвукового течения и суммарные характеристики многоступенчатых осевых компрессоров газотурбинных двигателей с учётом отбора (перепуска) воздуха из проточной части и широко используемый для решения практических задач. В докладе приведены результаты численного моделирования с помощью ПК AxSym течения в многоступенчатом осевом компрессоре низкого давления современного газотурбинного двигателя в широком диапазоне режимов по частоте вращения и расходу в сопоставлении с экспериментальными данными. Исследованы особенности течения в компрессоре на пониженных режимах работы, проведена оценка запасов газодинамической устойчивости (ГДУ). Показано, что при открытии клапанов перепуска происходит увеличение запасов ГДУ, при весьма существенном снижении КПД компрессора и ГТД в целом, представлены количественные оценки. Полученные данные позволяют прогнозировать необходимое количество перепускаемого воздуха для обеспечения заданного запаса газодинамической устойчивости компрессора на низких частотах вращения ротора. Показано, что при работе ГТД на пониженных режимах целесообразно плавное изменение расхода перепускаемого воздуха в зависимости от частоты вращения, а также показана возможность минимизации снижения КПД двигателя при открытии клапанов перепуска.