

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА РАСЧЕТНЫМ ПУТЕМ.**

**Бойко Л.Г., Иванов М.А.**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского  
«Харьковский авиационный институт»,  
г. Харьков*

Одними из наиболее опасных режимов работы газотурбинных двигателей (ГТД) и установок (ГТУ) являются срывные и неустойчивые режимы. Причиной возникновения срывных явлений, которые могут приводить к помпажным колебаниям в проточной части, является неблагоприятное обтекание лопатки компрессора, обусловленное различными факторами. Исследованию таких режимов посвящены работы многих научно-исследовательских центров и проектных организаций.

В процессе проектирования ступеней и многоступенчатых компрессоров важной и не всегда легко решаемой задачей является прогнозирование их характеристик в виде зависимостей степени повышения давления  $\pi^*$  и КПД от режима работы по расходу, частоте вращения  $n$ , и условий на входе. Для определения характеристик расчётным путём используются методы поверочного расчёта, основанные на решении прямой задачи теории турбомашин. Ещё более сложной задачей является прогнозирование положения границы области устойчивой работы на характеристике.

Очевидно, что наиболее детально течение в турбомашине можно исследовать с помощью методов анализа вязких сжимаемых течений (3D подходы), однако определение границы устойчивости с их помощью вызывает некоторые затруднения. Существует мнение, высказываемое рядом авторов, о том, что физическая граница устойчивости компрессора совпадает с режимом его работы, при котором нарушается устойчивость численного конечно-разностного (или конечно-объемного) алгоритма. Однако, это далеко не всегда соответствует действительности, т.к. результаты численного анализа течения в ступени и, соответственно, устойчивости решения зависят от выбранного метода дискретизации расчетной области, густоты сетки, используемой гипотезы турбулентности т. д.

Конечно, наиболее точные результаты дают экспериментальные исследования. Однако их получение возможно, если ступень уже изготовлена, выполнена в металле.

Учитывая практическую важность прогнозирования границы области устойчивой работы на стадии проектирования компрессора, следует обратиться к работам, в которых рассмотрены полуэмпирические критерии устойчивости течения, полученные на основе обобщения опытных данных.

Определить предельные значения полуэмпирических критериев устойчивости, определяющих предельную загруженность решетки профилей или ступени компрессора, можно опираясь на метод расчета двумерного течения в компрессоре и соответствующий ему комплекс программ AxSum, а также и результаты опытного исследования многоступенчатых компрессоров. Эти данные и уточненные предельные значения критериев будут полезны, при совершенствовании проточной части компрессоров.