

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ С ПЕРВОЙ СВЕРХЗВУКОВОЙ СТУПЕНЬЮ. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ДИФFUЗОРНОСТИ ЛИБЛЕЙНА НА УСТОЙЧИВУЮ РАБОТУ СТУПЕНИ

Плотников А. И.

ОАО «Авиадвигатель», г. Пермь, Пермский край, Россия

В настоящее время считается, что наиболее перспективным направлением развития отечественного компрессоростроения является использование высоконагруженных первых ступеней КВД. Такая концепция предполагает максимальный уровень нагрузки на 1-й ступени и меньшую нагрузку на остальных ступенях. Это позволяет значительно сократить суммарное число ступеней компрессора при сохранении заданной степени сжатия и требуемого КПД. Описанная схема реализована в КВД двигателя ПД-14.

Результаты испытаний этого компрессора, проведенные на спецустановках в ОАО «Авиадвигатель» показали, что существующая на сегодняшний день методика прогнозирования границы устойчивой работы по максимальной степени повышения давления не подходит для данного узла.

Это можно объяснить тем, что на границе помпажа работа компрессорных решеток при больших углах атаки ($i > i_{кр}$) связана с появлением интенсивных срывных зон на поверхности лопаток, в результате чего резко снижаются значения углов поворота потока $\Delta\beta$ и коэффициентов значений подъемной силы профиля c_y , возрастают потери полного давления и сопротивления профилей в решетке. Изучение возникновения и развития срывных режимов течения в решетках обусловлено необходимостью прогнозирования возникновения срывных режимов течения в компрессорных решетках.

Решение этой задачи основывается на введении понятия предельной диффузорности потока в решетке. Физические основы введения такого понятия обусловлены тем, что в силу проявления в потоке инерционных и вязкостных сил (сил трения) газовый поток не всегда может следовать вдоль поверхности межлопаточного канала без отрыва. При несоответствии диффузорности канала предельной ступени диффузорности потока резко возрастает градиент давления в пограничном слое на поверхности лопаток (спинке лопатки) и происходит отрыв потока в компрессорной решетке.

В ряде работ для оценки предельной диффузорности потока в решетках используется такой параметр как коэффициент диффузорности (или фактор диффузорности).

В основу этого критерия, характеризующего аэродинамическую нагрузку лопаток в решетке, положены достаточно четкие физические представления о том, что на критических режимах обтекания лопаток торможение потока на внешней поверхности, определяемое по местным или конечным скоростям, является достаточно стабильной величиной. Как показывают результаты исследований, между общим коэффициентом диффузорности D и относительной толщиной потери импульса в следе за решеткой может быть установлена линейная зависимость при докритических режимах течения: превышение коэффициентом D некоторого значения может быть связано с резким увеличением потерь в следе за лопаткой.

Для определения значений предельной диффузорности были проведены расчеты по результатам испытаний как отдельных ступеней, так и полноразмерных

компрессоров. В результате были получены статистические зависимости диффузорности Либлейна на ГДУ на различных режимах работы ОК и его ступеней, что позволило уточнить прогнозирование ГДУ. Это дает возможность определить резервы для улучшения параметров и доводке исследуемого узла в кратчайшие сроки.