

в результате чего газ совершает поступательное и вращательное движение. На выходе из наружного контура установлена первая (предварительная) ступень сепарации твердых частиц и сконденсированной фазы. На выходе из наружного контура поток разворачивается и поступает во внутренний контур, где изменяет свое направление и параметры. Во внутреннем контуре осуществляется дополнительная закрутка потока и впрыск жидкости - абсорбента. Конденсат,

образующийся во внутреннем контуре, отделяется на второй ступени сепарации. После сепарации насыщенный влагой абсорбент регенерируется.

Возможность практической реализации газодинамической очистки и осушки газа подтверждена моделированием процессов сепарации дисперсной фазы при движении закрученного потока в каналах сложной формы и расчетами условий конденсации водяных паров в процессе адиабатного расширения газовой смеси.

УДК 629.7.017

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАТТЕРА РАБОЧИХ ЛОПАТОК ВЕНТИЛЯТОРА НА РЕЖИМЕ СРЫВНОГО ОБТЕКАНИЯ

Хориков А.А., Данилкин С.Ю.

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», г. Москва

RESEARCH OF THE FAN BLADES FLUTTER ON THE STALLING AIRFLOW MODE

Khorikov A.A., Danilkin S.Y. Results of a dynamic condition experimental research of the modern three-stage blisk fan designs, designed on new calculated technologies are resulted. Features of rotor blades fluctuations are revealed at research of a flutter in stalling area. As a result of the carried out experimental research the conclusion that there are two kinds of a subsonic cascade flutter is made: without-stalling flutter to which there corresponds the wave of deformation running on rotation and a stalling flutter at which the wave of deformation runs against rotation.

При отсутствии набегающего потока газа на рабочее колесо компрессора, собственные колебания колеса представляют собой стоячие волны деформаций. В результате воздействия набегающего потока газа на колебания лопаток, могут возникать волны деформации, бегущие по вращению и против вращения колеса, а реализация какой-либо из этих двух волн деформаций зависит от конкретных значений нестационарных аэродинамических сил. При экспериментальных исследованиях вентиляторов и компрессоров неоднократно было отмечено, что при возникновении флаттера (автоколебаний) лопаток на режимах вблизи рабочей линии по лопаткам и в потоке возникает только волна деформации, бегущая по вращению колеса.

В настоящей работе приведены результаты экспериментального исследования динамического состояния трёхступенчатого вентилятора современной

блисковой конструкции, спроектированного по новым расчётным технологиям.

Для проведения исследования вентилятора была выполнена подготовка тензорезисторами рабочих лопаток, лопаток направляющих аппаратов, барабана ротора и корпуса вентилятора, а также были установлены датчики пульсаций давления на входе и на выходе из вентилятора, непосредственно над рабочими лопатками были установлены высокочастотные датчики пульсаций и на корпусе вентилятора были размещены вибродатчики (в том числе векторные).

Исследование проводилось по линии рабочих режимов и в процессе дросселирования вентилятора по напорной характеристике на приведенной частоте вращения, которая соответствовала наиболее напряжённой работе вентилятора в эксплуатационных условиях.

В настоящем исследовании выявлены следующие особенности колебаний лопаток:

–наличие не очень сильного срывного обтекания с невысоким уровнем напряжений в лопатках;

–резкая зависимость амплитуды колебаний лопаток при достижении некоторого порогового значения положения рабочей точки на напорной характеристике вентилятора и исчезновение в этот момент слабого вращающегося срыва;

–строгая синхронность колебаний лопаток на частоте, близкой к частотам первой формы изолированных лопаток;

– наличие сдвига фаз колебаний между лопатками, соответствующего определенной диаметральной форме колебаний колеса;

–появление в потоке в момент возникновения колебаний лопаток диагностических спектральных составляющих, соотношения между которыми указывают на существование в потоке волны деформаций, бегущей против вращения колеса.

Выявленные особенности колебаний лопаток позволяют их трактовать как решётчатый флаттер на режиме дозвукового срывного обтекания.

В результате проведённого экспериментального исследования сделан вывод о том, что имеются два вида дозвукового решётчатого флаттера: бессрывной флаттер, которому соответствует волна деформации, бегущая по вращению и срывной флаттер, при котором волна деформации бежит против вращения.

Библиографический список

1. Хориков, А.А. К вопросу влияния механической связанности лопаток на устойчивость однородного компрессорного колеса к флаттеру / А.А. Хориков // Аэроупругость лопаток турбомашин. Вып. 2. – ЦИАМ, 1983. – с.234-254. –(Труды ЦИАМ; №1064).
2. Снайдер, Коммерфорд. Сверхзвуковой безотрывный флаттер в роторах вентиляторов: теория и эксперимент. Энергетические машины и установки (пер. Trans ASME. Ser.A), 1974, №4. – С.57-67.
3. Kurkov, A. Synthesis of blade flutter vibratory patterns using stationary transducers / A. Kurkov, J. Dicus // ASME Publ. NGT-160, 1978.
4. Сачин, В.М. Исследование фазовых характеристик связанных колебаний лопаток компрессоров в потоке / В.М. Сачин, А.А. Хориков, А.Г. Шатохин // Аэроупругость лопаток турбомашин. – ЦИАМ 1981. – с.287-296. – (Труды ЦИАМ; №953).
5. Хориков, А.А. Способ диагностики колебаний рабочего колеса турбомашин / А.А. Хориков. Патент РФ № 2111469.
6. Хориков, А.А. Метод и система диагностики аэроупругих колебаний рабочих лопаток компрессоров датчиками пульсаций / А.А. Хориков // Совершенствование турбоустановок методами математического и физического моделирования. – Харьков, ИПМ, 1997. – с.323-332.

УДК 621.813,534.933

ДЕМПФИРОВАНИЕ ВИБРАЦИЙ ИЗДЕЛИЙ СИЛАМИ ТРЕНИЯ В РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Курушин М.И., Курушин А.М., Барманов И.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет

VIBRATION DAMPING IN STRUKTURES BY FRICTION FORCE IN THREAD JOINTS

Kurushin M.I., Kurushin A.M., Barmanov I.S. Possibility of a damping of vibrations by means of forces of a friction in carving connections is investigated.

Для исследования демпфирования силами трения в витках были приняты несколько вариантов простейших

конструкций с резьбовыми соединениями. При исследовании их методами математического моделирования сделано