

Оценка эффективности предложенной конструкции производилась с помощью комплекса вычислительной гидрогазодинамики ANSYS CFX 11. Рабочим телом является газ с молярной массой воздуха, подчиняющийся уравнению состояния идеального газа. Течение газа моделируется адиабатическим, теплопроводным с переменной теплоемкостью, вязким и турбулентным. В расчетах применена двухпараметрическая модель турбулентности $k-\epsilon$. Все расчеты выполнены в стационарной постановке на схеме High Resolution. Расчеты производились с использованием ОН-топологии расчетных сеток, созданных с помощью сеточного генератора ICEM CFD.

При решении задачи было разработано несколько вариантов моделей компрессора: с управлением течением на последнем НА, на 2-м и 3-м НА и на всех НА. Для каждой из моделей были предложены различные конфигурации расположения отверстий в зависимости от типа управления обтеканием (вдув или выдув воздуха).

Расчёты показали, что использование данной конструкции НА с активной системой управления обтеканием позволяет повысить запасы газодинамической устойчивости данного высоконагруженного компрессора и может применяться в компрессорах перспективных двигателей.

Библиографический список

1. Кампсти, Н. Аэродинамика компрессоров: Пер. с англ. – М.: Мир, 2000. – 688 с.
2. Терещенко, Ю.М. Аэродинамическое совершенствование лопаточных аппаратов компрессоров – М.: Машиностроение, 1988. – 168с.
3. Саушкин, Б. П. Физико-химические методы обработки в производстве газотурбинных двигателей / Ю. С. Елисеев, В. В. Крымов, А. А. Митрофанов и др.; Под ред. Б. П. Саушкина. – М.: Дрофа, 2002. – 656 с.

УДК 621.45.037:004.94

АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПРЕССОРА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Коротыгин А. А. , Кривоногов А. Р. , Ерёмин А. А. , Шмотин Ю. Н.

ОАО «НПО «Сатурн», г. Рыбинск

PERSPECTIVE CIVIL AIRCRAFT ENGINE LOW PRESSURE COMPRESSOR AERODYNAMIC DESIGN

Korotygin A.A. , Krivonogov A. R. , Eremin A. A. , Shmotin Yu. N. In this article is considered using the turbofan engines design experience at JSC "NPO "Saturn" for PD-14 low pressure compressor aerodynamic design.

На ОАО «НПО «Сатурн» при создании двигателя SaM146 для регионального самолёта Sukhoi Superjet 100 в кооперации с французской компанией Snecma (SAFRAN Group) был сформирован научно-технический задел по проектированию и производству компрессора низкого давления (КНД) с учётом европейских и международных сертификационных требований и стандартов.

Опыт создания КНД SaM-146 наряду с положительными результатами работ по соз-

данию КНД перспективного двигателя для ПАК ФА позволяет предприятию претендовать на роль лидера в отрасли по разработке компрессоров различного назначения. В настоящее время на ОАО «НПО «Сатурн» ведутся работы по созданию перспективного КНД двигателя ПД-14.

В данной работе представлено аэродинамическое проектирование КНД базового двигателя семейства ПД-14 для магистрального самолёта МС-21.

КНД ПД-14 – высокоэффективный, осевой, состоит из втулочной части вентилятора, входного направляющего аппарата и трех ступеней бустера. Для обеспечения потребных запасов газодинамической устойчивости (ГДУ) на пониженных режимах предусмотрен перепуск воздуха в количестве не более 15% за рабочим колесом последней ступени бустера.

В качестве расчетного комплекса вычислительной газодинамики при расчете аэродинамических характеристик использован ANSYS CFX 11.0. Рабочим телом является газ с молярной массой воздуха, подчиняющийся уравнению состояния идеального газа. Течение газа моделируется адиабатическим, теплопроводным с переменной теплоемкостью, вязким и турбулентным. В расчетах применена двухпараметрическая модель турбулентности k-ε. Все расчеты выполнены в стационарной постановке на схеме High Resolution. Расчеты производятся с использованием ОН-топологии расчетных сеток, минимальное количество узлов расчетной сетки для одного венца составляет не менее 340 тысяч узлов. Общая размерность сетки – 5.75 млн. узлов.

В результате выполненной работы был спроектирован КНД со следующими параметрами в расчетной точке ($H=0$, $M_{П}=0$, $n_{отн.пр.}=1.0$):

$$\pi^*_{КНД} = 2.282;$$

$$\eta_{ад} = 0.909.$$

В процессе выполнения данной работы были проведены следующие расчетные исследования: расчет напорных характеристик вентилятора и КНД для двигателя-демонстратора и базового двигателя в земных и полётных условиях во всем эксплуатационном диапазоне частот вращения, расчет влияния постановки обтекателя пилона в наружном контуре на параметры вентилятора. В рамках работ по созданию модуля КНД двигателя ПД-14 запланированы испытания моделированного вентилятора и КНД на экспериментальной установке и полноразмерного вентилятора и КНД на двигателе-демонстраторе технологий с целью подтверждения расчетных характеристик и разработке предложений по оптимизации конструкции.

УДК 629.735.03-226.2

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТОРЦЕВ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ УТЕЧЕК В РАДИАЛЬНОМ ЗАЗОРЕ ТУРБИНЫ

Хайруллин Д.М., Швырева А.Е.

ОАО "Авиадвигатель", г. Пермь

INVESTIGATION OF TURBINE ROTOR BLADE TIP SURFACE CONSTRUCTION FOR MINIMIZATION SPILLAGE RADIAL CLEARANCE

Hairyllin D., Shvyreva A. In the given activity the analysis of influence of a radial backlash on growth of total losses on a structure is lead. Also the analysis of a design of an end face of a blade on change of total losses has been carried out. Also the analysis of influence of issue of cooling air in a radial gap on changes of total losses has been executed.

Наибольшее влияние на КПД турбины оказывают радиальные зазоры, которые приводят к возрастанию суммарных потерь. Потери в радиальных зазорах обусловлены взаимодействием потоков, выходящих из сопловых лопаток и перетекающих по зазору за рабочие лопатки с корыта на спинку. На рис.1 приведена зависимость роста потерь ки-

нетической энергии и уменьшение КПД турбины ПД-14 от увеличения зазора.

Для оптимизации утечек в радиальном зазоре был проведен детальный 3D-расчет лопаток по уравнениям Навье-Стокса в пакете ANSYS CFX с применением различных конструктивных особен-