

РАСЧЁТНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО УЗЛА СОПЛОВОГО АППАРАТА

©2016 Т.Д. Каримбаев, М.А. Мезенцев, К.А. Даньшин

Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, г. Москва

VERIFICATION OF THE NUMERICAL AND EXPERIMENTAL HIGH-TEMPERATURE STUDY OF CERAMIC NOZZLE ASSEMBLY

Karimbayev T.D., Mezentsev M.A., Danshin K.A. (Central Institute of Aviation Motors named after P.I. Baranov, Moscow, Russian Federation)

The work presents a part of the research of experimental high-temperature ceramic segment of nozzle diaphragm to verify the computational model and the determination of the heat transfer coefficients, which will continue to simulate the heat-loaded state of the nozzle diaphragm during the test of engine demonstrator

Наиболее теплонагруженным элементом газотурбинного двигателя является сопловой аппарат (СА) турбины. В данном узле сосредоточены высокая температура, давление и газодинамическая нагрузка. В эксплуатационных условиях нередко случаются прогары лопаток или бандажных колец соплового аппарата. В связи с этим необходимо применять конструктивные решения по охлаждению стенок СА, изготовленных из дорогостоящих жаростойких металлических сплавов, работающих до температуры 1100°C.

Для того, чтобы выйти на новый уровень освоения высоких температур для повышения тяги и уменьшить расходы воздуха на охлаждение для увеличения КПД двигателя, необходимо применение керамических материалов и новых конструктивно-технологических решений по интеграции керамических узлов в двигатель.

В ЦИАМ реализованы проекты [1, 2] по разработке СА из керамического материала, позволившие перейти от модели к готовому изделию по технологии end-to-end (от начала и до конца). Проекты СА (рис. 1) из керамического материала имеют составную конструкцию и реализованы в размерности МГТД для БЛА и вертолётного двигателя [3].

Для верификации расчётных исследований и определения коэффициентов теплообмена проведены испытания одного сегмента СА из керамического материала при локальном воздействии газа (до 1000°C) на лопатки.

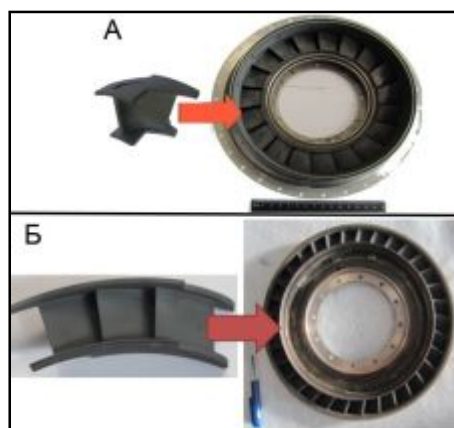


Рис. 1. Керамический СА МГТД (а – для БЛА, б – для вертолётного двигателя)

Керамический сегмент СА (рис. 2) закреплён между металлическими скобами через демпфирующую прослойку, что практически полностью имитирует условия соединения и взаимодействия металлических статорных деталей и СА в высокотемпературном газовом потоке.

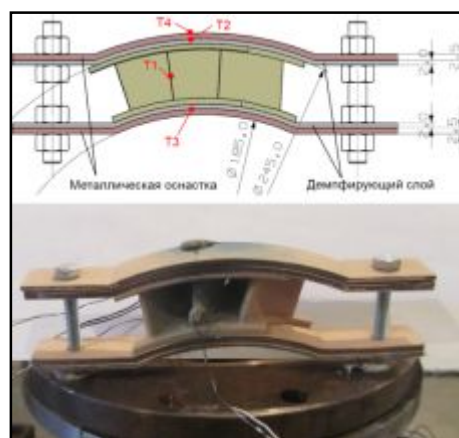


Рис. 2. Керамический сегмент СА с имитацией крепления

Определение теплового состояния испытуемого объекта производилось при помощи термокрасок и термопар, закрепленных в точках Т1, Т2, Т3, Т4 (см. рис. 2).

В результате испытаний центральная лопатка СА нагрелась до 955°C, наружная металлическая скоба до 450°C, таким образом промежуточный демпфирующий слой позволяет уменьшить температуру на 500°C.

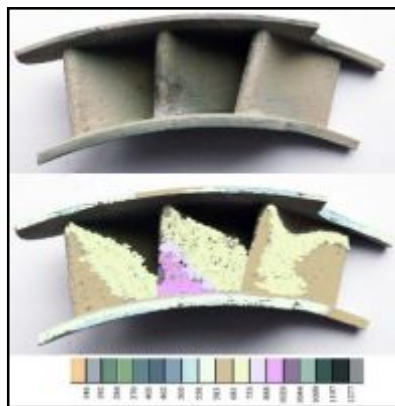


Рис. 3. Расшифровка термокрасок на сегмента СА

В результате работы верифицированная расчётная модель позволяет качественно и количественно определить теплонагруженное состояние узла СА из керамического материала в составе двигателя - демонстратора, что существенно снизит риск возможных

разрушений и вывода из строя двигателя демонстратора.

Разработанная расчётная модель позволяет оценить степень воздействия керамического СА на ответные металлические детали.

Библиографический список

1. Каримбаев Т.Д., Гордеев С.К., Мезенцев М.А. [и др.] Технология изготовления соплового аппарата из дисперсно-упрочнённого композиционного материала. //Материалы Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Новые решения и технологии в газотурбостроении». – М.: ЦИАМ, 5-8 октября 2010 г.

2. Каримбаев Т.Д., Мезенцев М.А. [и др.] Разработка и исследование соплового аппарата МГТД из композиционного керамического материала // XXXIII Всероссийская конференция по проблемам науки и технологий. – Миасс: 4-6 июня 2013 г.

3. Каримбаев Т.Д., Гордеев С.К., Мезенцев М.А. [и др.] Дисперсно-упрочнённые композиции алмаз-карбид кремния - новые материалы для машиностроения. / «Композиты и наноструктуры», 2015. Т. 7, №2, С.61-71.

УДК 678:519.67:001.18:620.178.3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСКАЗАНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

©2016 Т.Д. Каримбаев, Д.В. Матюхин, Д.С. Пальчиков

Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, г. Москва

MATHEMATICAL MODEL FOR POLYMER COMPOSITE MATERIALS FATIGUE STRENGTH PREDICTION

Karimbayev T.D., Matuhin D.V., Palchikov D.S. (Central Institute of Aviation Motors named after P.I. Baranov, Moscow, Russian Federation)

The work presents the estimation of fatigue strength relation on the basis of probability distribution analysis of composite materials rest strength at fatigue tests. It is compared with differ experimental results.

Оценка долговечности изделий, выполненных из металлических материалов, осуществляется на основе модели безопасной долговечности и/или на основе концепции безопасного развития трещины. Опыт эксплуатации и накопленный объём экспери-

ментальных данных придают достаточную уверенность конструкторам при проектировании металлических изделий с требуемой долговечностью. В отличие от металлов, композиционные материалы представляют собой неоднородную и анизотропную среду,