

выделялась четырехугольная область, в пределах которой отслеживалась временная зависимость максимальной температуры от времени и строилась термограмма – зависимость максимальной температуры от времени – как на стадии нагрева, так и охлаждения. Сама форма графиков подсказала вид аппроксимирующих функций в цикле нагрева $T_n(t)$:

$$T_n(t) = T_{но} (1 - \exp(-t/\tau_n)) \quad (1)$$

и охлаждения $T_o(t)$:

$$T_o(t) = T_{оо} \exp(-t/\tau_o), \quad (2)$$

где $T_{но}$ – аппроксимированная разность температур между начальным и конечным состояниями на стадии нагрева ($^{\circ}\text{K}$); τ_n – постоянная времени в цикле нагрева (с); $T_{оо}$ – аппроксимированная разность температур между начальным и конечным состояниями на стадии охлаждения ($^{\circ}\text{K}$); τ_o – постоянная времени в цикле охлаждения (с).

Вид аппроксимирующих функций (1) и (2) и значения постоянных $T_{но}$, τ_n , $T_{оо}$, τ_o позволяют рассчитывать системы автоматического регулирования температуры, элементами которых и являются ПЭНы. Для расчёта значений постоянных по экспериментальным термограммам использовался пакет компьютерной математики Mathcad, в частности, функция «genfit», позволяющая оптимизировать параметры заданной функции, наилучшим образом приближая её к экспериментальным данным. Ниже приведены значения постоянных, усреднённые по 4-м

образцам, полученные в атмосферных условиях конвективного теплообмена при горизонтальном расположении образцов.

Значения параметров τ_n и τ_o мало зависят от приложенного напряжения и имели следующие величины: $\tau_n \approx 17$ с, $\tau_o \approx 47$ с. Два других параметра $T_{но}$ и $T_{оо}$ проявляли сильную зависимость от приложенного напряжения (от энерговыклада), поэтому их значения имеет смысл привести отдельно для 30 В и 50 В. Для 30 В: $T_{но} \approx 8$ $^{\circ}\text{K}$, $T_{оо} \approx 7$ $^{\circ}\text{K}$; для 50 В: $T_{но} \approx 27$ $^{\circ}\text{K}$, $T_{оо} \approx 20$ $^{\circ}\text{K}$. Неравенство $T_{но} > T_{оо}$ объясняется прогревом теплового резервуара – пластины из алюминиевого сплава, к которым были приклеены ПЭНы.

Библиографический список

1. Богданович, В.И. Тонкоплёночный гибкий электронагреватель / В.И. Богданович, В.А. Барвинок, А.Н. Асмолов [и др.] // Патент РФ № 2379857. МПК H05B 3/18 (2006.01). – Бюл. 20.01.2010, № 2.
2. Козлов, Д.И. Конструирование автоматических космических аппаратов / Д.И. Козлов, Г.П. Аншаков, В.Ф. Агарков [и др.]. – М.: Машиностроение, 1996. – 448 с.
3. Богданович, В.И. Тонкоплёночные электронагреватели с наноструктурным резистивным слоем / В.И. Богданович, В.А. Барвинок, А.Н. Кирилин А.Н. [и др.] // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2010. - № 3. – С. 111 - 118.

УДК 621.822.84

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ УНИФИЦИРОВАННОГО ОПОРНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Зрелов В.А.¹, Макаrchук В.В.², Проданов М.Е.¹, Сударев А.А.²

¹Самарский государственный аэрокосмический университет

²ОАО «Завод авиационных подшипников», г. Самара

ELECTRONIC MODEL DEVELOPMENT OF THE UNIFIED SUPPORTING MODULE FOR GAS TURBINE POWER PLANTS

Zrelov V.A., Prodanov M.E., Makarchuk V.V., Sudarev A.A. Need of unified supporting module design for gas turbine power plants is motivated in article.

Как известно, в эксплуатации востребованы энергетические установки (ЭУ) определенного ряда мощностей. Приводами

ЭУ являются газотурбинные двигатели со свободной силовой турбиной.

В опорах этих турбин, используются типовые элементы: подшипники, демпферы, уплотнения и др. (рис. 1).

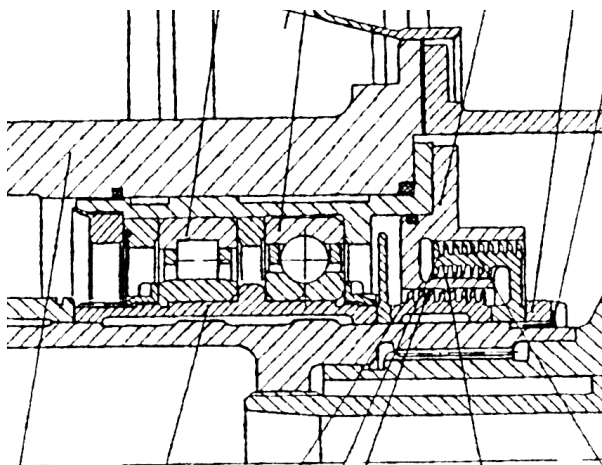


Рис. 1. Типовые элементы опоры свободной турбины привода ЭУ

Часть этих элементов изготавливаются специализированными предприятиями и стандартизованы (подшипники и элементы крепежа). Другая часть создается индивидуально при создании ЭУ. Это усложняет работу с изделием на всех стадиях его жизненного цикла: проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта.

С целью повышения качества и надежности ЭУ предлагается объединение определенных типовых элементов в унифицированные модули.

Новые возможности, связанные с этим, можно продемонстрировать на примере унифицированного опорного модуля (УОМ), который в эксплуатации может быть легко заменён. В этом модуле многие функциональные элементы могут выполняться совмещённо, например, наружное кольцо подшипника – демпфер – элемент крепления – устройство подвода смазки и т. д.

Главной составной частью опор являются подшипники. Их назначение – радиальная и осевая фиксация ротора и передача

соответствующих нагрузок на статор [1] (рис. 2). В отечественных авиационных ГТД и ЭУ применяются подшипники качения производства ОАО «Завод авиационных подшипников» [2].

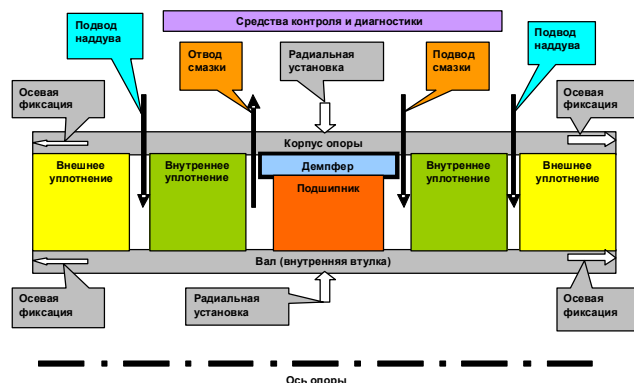


Рис. 2. Структура унифицированного опорного модуля

Для стандартного представления УОМ в соответствии с ГОСТ 2-052-2006 требуется создание его электронной модели.

Такое инновационное конструкторско – технологическое решение позволяет сокращать прямые эксплуатационные расходы, улучшать ремонтпригодность турбомашин, повышать ее надёжность, уменьшать количество деталей, а также повышать точность изготовления и сборки.

Библиографический список

1. Зрелов, В.А. Конструктор для начинающих / В.А. Зрелов, М.Е. Проданов, Е.И. Яблочников // Двигатель. № 5. 2001.- С. 16-19.
2. Жарский, В.Б. Формирование структуры данных о подшипниках в информационном поле ГТД / В.Б. Жарский, В.А. Зрелов, В.В. Макачук, М.Е. Проданов // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. – Самара, 2006. № 2.- С. 255-259.