

управление станками с ЧПУ. Система NX широко распространена во всем мире и используется для разработки продукции ведущими мировыми производителями в наукоемких отраслях промышленности.

За неполные два года выполнены электронные трехмерные модели сборочных единиц универсального газогенератора и двигателей на его базе (рис. 1):

- промежуточная опора;
- компрессор среднего давления;
- средняя опора;
- компрессор высокого давления;
- камера сгорания;
- турбины высокого и среднего давления;
- опора турбины.

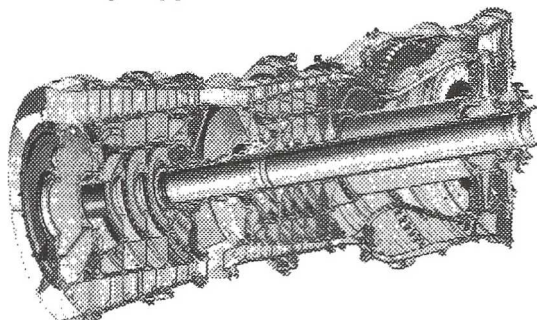


Рис. 1. Трехмерная модель универсального газогенератора

Разработанные электронные трехмерные модели деталей и сборочных единиц универсального газогенератора и двигателей на его базе, используются в качестве исходных данных при выполнении следующих мероприятий:

- анализ конструкции и ее оптимизация;
- кинематический, динамический и тепловые анализы всего изделия и отдельных узлов;
- оптимизация параметров изделия;
- прочностные и газодинамические расчеты с использованием трехмерных конечно-элементных моделей;
- выпуск конструкторской документации;
- создание управляющих программ для станков с ЧПУ.

Настоящая работа была выполнена при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (Минобрнауки) на основании Постановления Правительства РФ №218 от 09.04.2010.

УДК 531.781.2(088.8)

СИГНАЛИЗАТОРЫ ПРЕДАВАРИЙНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЛОПАТОК ТУРБОАГРЕГАТОВ НА БАЗЕ ДИСКРЕТНО-ФАЗОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

© 2012 А.И.Данилин, С.А.Данилин, А.Ж.Чернявский

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет), Самара

SIGNALLING DEVICES OF PREEMERGENCY DEFORMATIONS OF SHOVELS OF TURBINE UNITS ON THE BASIS OF DISCRETE AND PHASE CONVERTERS OF MOVINGS

© 2012 A.I.Danilin, S.A.Danilin, A.Zh.Chernyavskiy

The new generation of devices which constructions owing to specifics and a technique of use are allocated in an independent class of measuring instruments – discrete and phase converters of movings is considered. Feature of converters of this class is that values of discrete phases of movings are formed by means of the two-channel primary converter in which it is constructive and the object of control, a source and the receiver of probing radiation and electronic knots of preprocessing of signals are functionally integrated.

Автоматизированный контроль деформационных характеристик лопаток турбоагрегатов при их эксплуатации позволяет выявлять неисправности лопаточного аппарата на ранней стадии их возникновения и принимать оперативные меры по их устранению. Реализованным на практике методом оперативного и длительного контроля состояния лопаточных венцов турбоагрегатов является бесконтактный дискретно-фазовый метод (ДФМ). ДФМ основан на преобразовании дискретных значений (фаз) перемещений торцов лопаток, определяемых в пределах периода каждого оборота ротора, в пропорциональные временные интервалы, длительности которых подвергаются статистической обработке, в результате чего определяются максимальное, минимальное и среднее значения контролируемого перемещения за время накопления (усреднения) [1].

Для формирования временных интервалов в известных разработках используются минимум два датчика, один из которых расположен во внутреннем тракте турбоагрегата, а другие – снаружи. Как показывает практика, установка внутреннего датчика требует глубокого препарирования двигателя из-за необходимости монтажа дополнительных крепежных, токосъемных и других конструктивных элементов, что снижает надежность, как устройства контроля, так и турбомашин в целом.

В то же время в связи с возрастанием требований к надежности, точности и достоверности контроля параметров колебательных и статических перемещений лопаток возникает необходимость в создании нового поколения устройств, которые в силу специфики построения и методики использования целесообразно выделить в самостоятельный класс средств измерений – дискретно-фазовые преобразователи перемещений (ДФПП). Особенность преобразователей данного класса заключается в том, что значения дискретных фаз перемещений формируются с помощью расположенного в технологическом отверстии корпуса турбоагрегата одно – или двухканального

первичного преобразователя, в котором конструктивно и функционально интегрированы объект контроля, источник и приемник зондирующего излучения (ЗИ) оптического или радиоволнового диапазона и электронные узлы первичной обработки сигналов. Такое конструктивное решение позволяет обеспечить получение необходимой информации при минимальном уровне препарирования турбомашин (используется одно технологическое отверстие в корпусе Ø 8-10 мм), что не оказывает заметного влияния на прочность конструкции двигателя в целом.

На базе одноканального ДФПП построен сигнализатор предаварийных деформаций лопаток (СПДЛ)[2], предназначенный для диагностики контроля деформационного состояния лопаток компрессорных ступеней двигателей НК-12СТ и НК-14СТ, эксплуатируемых на газоконпрессорных станциях. Сигнал о возникновении дефекта в одной или нескольких лопатках (превышение предаварийных перемещений торцов лопаток) в виде предупредительного светового и звукового сигналов выдается на пульт диспетчера-оператора. При продолжении развития дефекта СПДЛ формирует сигнал для САУ двигателем на нормальный (или аварийный) останов турбомашин. В СПДЛ предусмотрено наличие автономного внутреннего запоминающего устройства, которое включается после выдачи предупредительного сигнала и фиксирует динамику развития дефекта лопатки. СПДЛ разработан и реализован на современной радиотехнической элементной базе, что позволило при двукратном резервировании получить компактное и надежное устройство с оперативной адаптацией под любой тип двигателя и лопаточные колеса с различным количеством лопаток. СПДЛ может контролировать любую из ступеней двигателя, включая высокотемпературные ступени.

СПДЛ-1 имеет следующие технические характеристики:

1. Диапазон частот вращения ротора турбомашин, об/мин100 ... 16000
2. Первый/второй предупредительные пороги сигнализации, соответствующие отклонению торца лопатки, мм..... 2,5/3,5
3. Погрешность определения перемещений торцов (не более),%..... 1
4. Диапазон рабочих температур импульсных датчиков, град.С:.. -40 ... +1000

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилин, А.И. Критерии дискретно-фазового контроля рабочего состояния лопаток и их реализуемость в системах автоматического управления турбоагрегатами [Текст]/ А.И. Данилин, А.Ж. Чернявский // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. – 2009. - №1(17). - С. 107-115.
2. Пат. 2177145 Российская Федерация, МПК⁷G 01 Н 1/08. Сигнализатор предаварийных деформаций лопаток турбомашин [Текст]/ Данилин А.И., Чернявский А.Ж.; заявл. 29.03.00; опубл. 20.12.01.

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ДИСКРЕТНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ С УВЕЛИЧЕННЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

© 2012 Данилин А.И., Теряева О.В., Данилин С.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет), Самара

© 2012 Danilin A.I., Teryaeva O. V., Danilin S. A.

In work the organization of control of a profile and curvature of surfaces of various elements (shovels, disks, shaft, etc.) turbine units and other products of mechanical engineering is considered. Possibility of contactless definition of its profile and curvature locates. New ways of obtaining information on a profile, curvature and the angular provision of a surface of the shovels, realized in an optical range are developed. Pilot studies and a comparative assessment of the data received by means of mathematical model and experiment are carried out.

В работе рассматривается организация контроля профиля и кривизны поверхностей различных элементов (лопатки, диски, валы и др.) турбоагрегатов и других изделий машиностроения.

Разработаны оптоэлектронные дискретно-фазовые преобразователи угловых перемещений (ДФПП), реализующие оптические методы контроля кривизны профиля лопаток ГДТ. Их положительным качеством является отсутствие зависимости от степени чистоты исследуемой поверхности и как следствие переход от амплитудных измерений к временным. Для обоснования возможности реализации предлагаемых информационных преобразований, была разработана математическая модель

оптоэлектронного ДФПП для определения профиля и кривизны поверхностей контролируемых элементов. С ее помощью, был составлен алгоритм вычисления принятого фотоприемником светового потока и разработано программное обеспечение, позволившее автоматизировать расчеты рассмотренных процессов. На основании анализа экспериментальных данных и зависимостей, полученных с помощью компьютерного моделирования, сделан вывод, что с увеличением угла наклона контролируемой поверхности выходной сигнал (временное положение середины импульса), смещается от исходного положения. Разработан экспериментальный ДФПП для реализации предложенного