

ческую насадку 4, световоды 5, 6 оптической насадки, установленные диаметрально и соосно в оптической насадке, электродвигатель 7, ось которого соединена с осью оптической насадки 4, опорные метки 8, 9, установленные диаметрально в корпусе оптической насадки 4, импульсный датчик

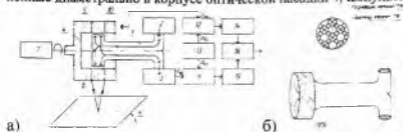


Рис. 1. Структурная схема ДФПД с расширенным диапазоном определения угловых положений поверхности

опорного сигнала 10, компаратор 11, один из входов которого подключен к выходу фотоприемника 3, а второй вход соединен с одним из выходов формирователя 12 уровней компарирования, компаратор 13, один из входов которого подключен к выходу импульсного датчика опорного сигнала 10, а второй вход соединен со вторым выходом формирователя 12 уровней компарирования, блоки 14, 15 выделения средин электрических импульсов, подключенных соответственно к выходам компараторов 11, 13, блок 16 регистрации временных интервалов, входы которого соединены соответственно с выходами блоков 14, 15 выделения средин электрических импульсов, выход блока 16 регистрации временных интервалов является выходом устройства.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЛОПАТОК ТУРБОАГРЕГАТОВ, ОСНОВАННЫЕ НА НЕЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ПЕРВИЧНЫХ СИГНАЛОВ

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

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Надежность турбомашин в эксплуатации имеет приоритетное значение. Разрушение конструкций турбореактивных двигателей, паровых и газовых турбин во время работы часто приводит к катастрофическим последствиям, пожарам, разрушению строительных конструкций.

Наиболее нагруженными деталями турбомашин являются лопатки, поэтому диагностика их состояния является актуальной задачей.

Известны различные способы диагностики состояния лопаток, например описанные в [1]. В последние годы предложены и другие системы для диагностики состояния лопаток [2]. Эти способы диагностики лопаток опираются на использование дискретно-фазового метода (ДФМ), при использовании которого параметры колебаний лопаток определяются на основе анализа временных интервалов прохождения лопаток около одного или нескольких первичных преобразователей.

Для целей диагностики и определения параметров колебаний лопаток могут применяться различные виды первичных преобразователей – индукционные, вихретоковые, емкостные, оптоэлектронные, СВЧ и другие. Прохождение лопатки около первичного преобразователя вызывает генерацию соответствующего сигнала на выходе.

Традиционные реализации ДФМ опираются на анализ временных интервалов между импульсами, соответствующими прохождению лопаток. С другой стороны, колебательный характер движения лопатки и неравномерность мгновенной скорости лопатки приводят к искажению формы генерируемого импульса. По степени искажений генерируемого импульса возможно определить параметры колебаний искомой лопатки.

Пусть, например, первичный преобразователь при прохождении лопатки генерирует импульс колоколообразной формы, который может быть описан выражением для гауссова импульса:

$$s(t) = \exp\left(-\frac{t^2}{2a_t^2}\right), \quad (1)$$

где  $t$  – текущее время,  $a_t$  – параметр гауссова импульса.

Предположим, что лопатка колеблется по синусоидальному закону  $y = R\omega_s t + A \sin(\omega_s t + \varphi)$ , где  $R$  – радиус колеса,  $\omega_s$  – угловая частота вращения колеса,  $\omega_s$  – угловая частота колебаний лопатки,  $\varphi$  – начальная фаза колебаний лопатки. Тогда выходной сигнал первичного преобразователя будет описываться выражением:

$$s(t) = \exp\left(-\frac{1}{2a_t^2} \cdot \left(t + \frac{A}{R\omega_s} \sin(\omega_s t + \varphi)\right)^2\right). \quad (2)$$

Для нахождения параметров колебаний лопатки  $A$ ,  $\omega_s$ ,  $\varphi$  необходимо решить систему не менее 3-х уравнений. Попытки решить систему уравнений аналитически успехом не увенчались, численное решение средствами Matlab также не удалось найти, поэтому для нахождения

параметров колебаний лопатки использовались методы нелинейной аппроксимации.

Нелинейные аппроксимации для нахождения параметров целевой функции (2) выполнялись в Matlab методом доверительных областей, который позволяет задать ограничения на значения параметров модели. Применение методов нелинейной аппроксимации позволило правильно найти параметры движения лопатки при различных комбинациях амплитуд, частот и начальных фаз ее колебаний.

Таким образом, методы нелинейной аппроксимации применимы для нахождения параметров колебаний лопаток, опираясь на анализ искажений формы выходных сигналов первичных преобразователей.

#### Список использованных источников

1. Заблоцкий И.Е., Коростелев Ю.А., Шипов Р.А. Бесконтактные измерения колебаний лопаток турбомашин. - М.: Машиностроение, 1977.- 160 с.
2. Данилин А. И., Адамов С. И., Чернявский А. Ж. Диагностика и контроль рабочего состояния лопаток паровых турбин // Электрические станции, 2007.- №7.- С.19-25.

## ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ С БЛОКА ОБРАБОТКИ И РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ

А.Д. Бутько, С.А.Данилин

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

В настоящее время существует множество типов преобразователей линейных перемещений, таких как магнитно индуктивные, электронно-оптические, магнитострикционные, емкостные и множество других. Современным задачам при бесконтактном способе измерения линейных перемещений отвечает волоконно-оптический преобразователь линейных перемещений. Плюсом перед другими типами ДЛП является нечувствительность к электромагнитным помехам. Кроме того в корпусе не содержится никаких электрических компонентов, все питание вынесено на безопасное расстояние в отдельный электронный блок. Длина канала может составлять сотни метров. Принцип действия основан на реверсивном счете конечных приращений перемещения. Счетные импульсы формируются путем обработки двух- или четырехфазной системы сигналов, формируемых с помощью растровых решеток, одна из которых подвижная, другая неподвижная, решетки установлены в чувствительном элементе датчика, подвижная связана с измерительным штоком.