

восстановить сигнал при высоком уровне селективного замирания, а так же вводят пилотный сигнал, с помощью которого приемник оценивает степень затухания на каждой несущей частоте сигнала. Уровень защиты зависит от дальности распространения сигнала и диапазона. Так на длинных и средних волнах глубина перемерзания составляет 0,8 с, а на коротких волнах 2,4 с.[2]

В сети DRM имеется возможность многочастотного вещания, которое позволяет приемнику, при наличии функции поиска, настраиваться на волну с оптимальным сигналом.

Список использованных источников:

1. Кацнельсон Л.Н. Система цифрового радиовещания DRM. Учебное пособие. – СПб. : СПбГУТ, 2003. – 42 с.
2. Резников М.Р. Радио и телевидение вчера, сегодня, завтра. - М.:Связь, 1977. - 95 с.

УДК 620.179.18+621.383+535.8

### **КОМБИНИРОВАННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕЩЕНИЯ ОСИ ЗАКРУТКИ ЛОПАТОК ТУРБОАГРЕГАТА**

У.В. Бояркина, А.А. Грецков, С.А. Данилин, С.В. Жуков  
Самарский университет, г. Самара

В процессе эксплуатации турбоагрегата его лопатки подвергаются воздействию аэродинамических и центробежных сил, что приводит к их деформациям, проявляющимся в виде изгиба и закрутки [1]. Превышение предельных параметров деформации может привести к повреждению лопаток, что негативно сказывается на безопасности эксплуатации турбоагрегата [2]. По этой причине оказывается востребованной разработка аппаратуры для контроля параметров колебаний лопаток, в частности крутильных колебаний. Одним из важных параметров характеризующих колебательный процесс является положение оси кручения пера лопатки.

Перспективным направлением решения задачи для определения положения оси кручения пера лопатки является применение комбинированных оптоэлектронных СВЧ преобразователей. Для определения положения оси кручения пера лопатки в корпусе турбоагрегата над траекторией движения её торцов устанавливается комбинированный преобразователь. На рисунке 1 представлено расположение СВЧ и оптоэлектронных излучателей в системе координат, начало которой совпадает с центром вращения лопаточного колеса.

СВЧ преобразователь позволяет определить момент времени, когда зазор между торцом лопатки и датчиком равен установочному зазору, то

есть лопатка не подвергается изгибным деформациям. При соотношениях, когда радиус лопаточного колеса во много раз превышает ширину активной зоны датчика, движение торца лопатки можно считать прямолинейным.

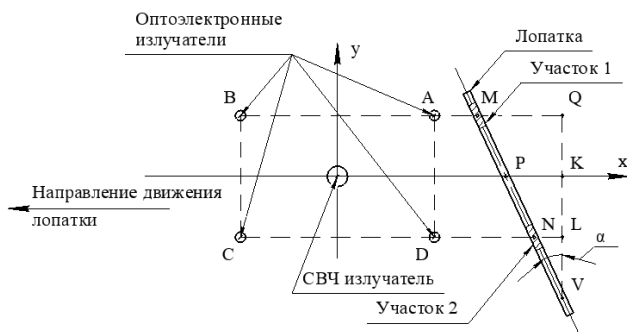


Рисунок 1 – Расположение излучателей комбинированного преобразователя

При выполнении этих условий, в случае, если ось вращения лопатки не совпадает с центральной осью комбинированного первичного преобразователя, элементы 1 и 2 торца лопатки будут иметь разные линейные скорости:

$$V_1 = MV \cdot \omega_K \cdot \cos \alpha, \quad V_2 = PV \cdot \omega_K \cdot \cos \alpha,$$

где  $\omega_K$  - частота крутильных колебаний,

$\alpha$  - средний угол закрутки лопатки за время наблюдения торца лопатки.

Соотношение длительностей информационных импульсов сформированных оптоэлектронным преобразователем определяется выражением:

$$\frac{\tau_{CD}}{\tau_{AB}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{MV}{PV} = \frac{QV}{LV} = \frac{LV + AD}{LV} = 1 + \frac{AD}{LV},$$

$$LV = \frac{AD}{\frac{\tau_{CD}}{\tau_{AB}} - 1}.$$

Таким образом, смещение оси вращения относительно центральной оси датчика определяется выражением:

$$\Delta = AD \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{\frac{\tau_{CD}}{\tau_{AB}} - 1} \right) ..$$

Список использованных источников

1. Данилин, А.И. Бесконтактные измерения деформационных параметров лопаток в системах контроля и управления турбоагрегатами /А. И. Данилин. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2008. – С.189-198.

2. Заблоцкий, И.Е. Бесконтактные измерения колебаний лопаток турбомашин / И.Е. Заблоцкий, Ю.А. Коростелев, Р.А. Шипов – М.: Машиностроение, 1977. – С.160.

УДК 531.781.2(079.4)

## **ДИСКРЕТНО-ФАЗОВЫЙ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПРОФИЛЯ ПЕРА ЛОПАТОК ТУРБОМАШИН**

С.А. Данилин, А.А. Грецков, У.В. Бояркина  
Самарский университет, г. Самара

Необходимость контроля профиля пёра лопаток ГТД определяется тем, что его геометрия в значительной степени определяет работоспособность, расходные характеристики и показатели эффективности двигателя. Лопатки турбоагрегатов являются наиболее массовыми деталями. Число лопаточных ступеней, например, в осевых компрессорах доходит до 18, а число лопаток в мотор-комплекте может быть более 1500. Конструктивные особенности лопаток также существенно отличаются от ступени к ступени. Длина лопаток может изменяться от 15 до 850 мм, ширина пёра (хорда) от 7 до 280 мм, закрутка пёра до 60°. Основную номенклатуру лопаток компрессоров составляют лопатки длиной от 30 до 120 мм.

Достижение высокой точности геометрии лопаток в производстве невозможно без высокоточных измерений. Лопатка компрессора включает в себя замок и поверхность сложной формы (рис. 1).

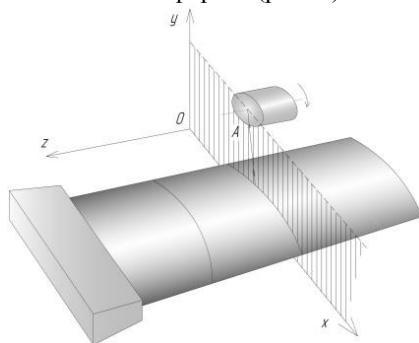


Рисунок 1- Аксонометрический вид пёра лопатки со стороны спинки с вращающейся оптической насадкой