

Рисунок 1 - Схема определения граничных условий пересечения зондирующего луча с поверхностью лопатки

Таким образом, зондирующий луч пересекает поверхность лопатки, если выполняются граничные условия:

$$\begin{cases} x_S \leq x_C \leq x_T \\ z_P \leq z_C \leq z_Q \end{cases}$$

Список использованных источников

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

2 Выгодский, М.Я. Справочник по высшей математике [Текст]/ М.Я. Выгодский, - Москва: Изд-во «Век», 1997- С. 130-242.

УДК 531.767

АНАЛИЗ ФОРМЫ СИГНАЛА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О ПАРАМЕТРАХ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАТОК ЭНЕРГОАГРЕГАТА

А.А. Грецов, М.А.Шестопапов

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

В процессе эксплуатации, лопатки турбомашин подвергаются серьезным механическим нагрузкам, которые могут привести к их повреждению и разрушению двигателя [1]. Возникает необходимость

контроля параметров колебаний лопаток для предупреждения возникновения аварийных ситуаций. Одним из самых перспективных методов определения параметров колебаний лопаток турбомашины является доплеровский метод. Для его реализации в корпусе энергоагрегата устанавливается автодинный преобразователь, генерирующий СВЧ излучение, направленное на поверхность контролируемой лопатки. Отраженное от плоскости лопатки излучение воздействует на активный элемент первичного преобразователя и меняет его энергетические параметры [2]. В результате в цепи питания автодина возникают пульсации тока, частота которых пропорциональна скорости перемещения лопатки, совершаемого в процессе ее движения.

Считая, в первом приближении что колебания лопатки близки к гармоническим, аналитическое выражение выходного сигнала автодина будет иметь вид:

$$S(t) = A_0 \sin \left[\omega t + \frac{A}{R+L} \sin(\Omega t + \varphi) \right],$$

где A_0 - амплитуда выходного сигнала автодина;

ω - частота вращения ротора;

A, Ω, φ ,- амплитуда, частота и начальная фаза колебаний лопатки соответственно;

R - радиус лопаточного колеса;

L - длина лопатки;

Полученный сигнал можно рассматривать как модулированный по частоте (Рис.1).

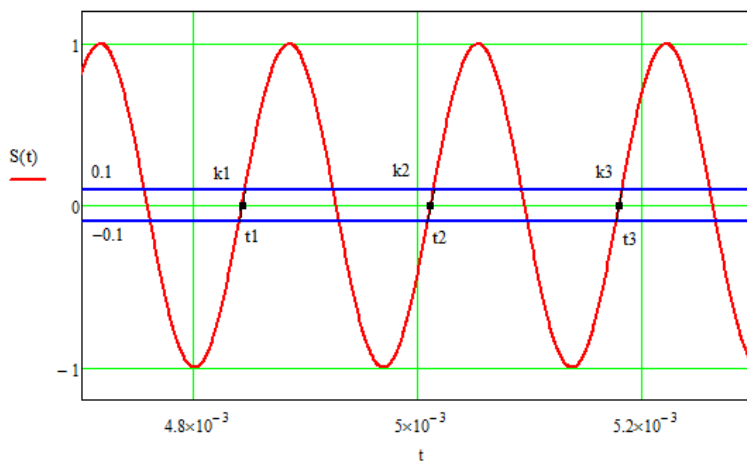


Рисунок 1 - Фрагмент сигнала на выходе первичного преобразователя

Таким образом, на выходе первичного преобразователя существует фрагмент сигнала в течение ограниченного интервала времени, изменение фазы которого несет в себе информацию о вращательном и колебательном движении пера лопатки. Методом статистического накопления выбирается фрагмент сигнала, в котором присутствует момент времени, когда вращательная и колебательная компоненты фазы выходного сигнала одновременно равны нулю. Для установления этого характерного момента времени определим крутизну k_1 , k_2 и k_3 наклонных участков фронтов сигнала на выходе первичного преобразователя.

Крутизна фронта сигнала имеет математический смысл его производной в точке t_i и определяется из формулы:

$$k_i = \frac{U_{i+0,1} - U_{i-0,1}}{t_{i+0,1} - t_{i-0,1}},$$

где i - номер импульса;

$U_{i+0,1}, U_{i-0,1}$ - значения амплитуды сигнала по уровню $\pm 0,1$ соответственно;

$t_{i+0,1}, t_{i-0,1}$ - моменты времени, которым соответствуют значения амплитуды сигнала по уровню $\pm 0,1$ соответственно;

Критерием определения момента времени, когда вращательная и колебательная компоненты фазы выходного сигнала одновременно равны нулю, может служить условие:

$$k_1 - k_2 \approx k_3 - k_2.$$

Если данное условие выполняется, то в момент времени t_2 вращательная и колебательная компоненты фазы выходного сигнала одновременно равны нулю.

Поскольку фрагмент сигнала выбирается в произвольный момент времени, будем считать $\varphi = 0$.

Тогда можно составить систему уравнений с двумя неизвестными A и Ω :

$$\begin{cases} A_0 \left(\omega + \frac{A}{R+L} \Omega \cos(\Omega t_2) \right) = k_2 \\ A_0 \left(\omega + \frac{A}{R+L} \Omega \cos(\Omega t_3) \right) = k_3 \end{cases}$$

Решив данную систему уравнений, получим информацию о мгновенной частоте и амплитуде колебаний лопатки:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Omega = \frac{1}{t_3} \arccos \left(\frac{\frac{A_0}{k_3} + \omega}{\frac{A_0}{k_2} + \omega} \right); \\ A = \frac{\frac{A_0}{k_2} + \omega}{\frac{1}{t_3} \arccos \left(\frac{\frac{A_0}{k_3} + \omega}{\frac{A_0}{k_2} + \omega} \right)}; \end{array} \right.$$

Список использованных источников

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

2. Данилин А.И., Грецков А.А., Доплеровский метод определения параметров колебаний элементов вращающихся узлов энергоагрегатов //Вестник СГАУ, 2012, №3 (34) ч. 2,С. 171-179.

УДК 531.7.08

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБРАЗЦОВ СТАЛИ-45 ПРИ РАЗЛИЧНОЙ НАГРУЗКЕ

Д.С. Курякина, В.М. Кабаева

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

Цель эксперимента заключается в нахождении зависимости между изменениями геометрических параметров изделия из стали при деформации и изменениями электрических параметров.

Для эксперимента были взяты 9 одинаковых стальных образцов, изображенных на рисунке 1, размеры которых составляют: длина 160 мм, толщина 4 мм, ширина по узкой части 20 мм, по широкой части 45 мм. Один образец оставили в качестве эталонного, восемь других подвергли