

профессионального образования Самарский государственный аэрокосмический университет им. Академика С.П. Королёва. - № 2007101009/28; заявл. 09.01.2007; опубл. 20.10.2008, Бюл. № 30. – 7с.

2 Заблочный, И.Е. Бесконтактные измерения колебаний лопаток турбомашин [Текст]/ И.Е. Заблочный, Ю.А. Коростелёв, Р.А. Шипов// М.: Машиностроение. – 1977. – С. 160.

3 Данилин, А.И. Дискретно-фазовые преобразователи перемещений для определения параметров колебаний лопаток турбоагрегатов [Текст]/ А.И. Данилин, В.М.Гречишников // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. – 2011. – №1(25). – С. 144–149.

УДК 531.767

ОЦЕНКА МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ДОПЛЕРОВСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

А.И.Данилин, А.А. Грецков

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

При моделировании выходного сигнала доплеровского дискретно-фазового преобразователя при бесконтактном взаимодействии с контролируемой поверхностью, поток зондирующего излучения удобно представить пучком равномерно расходящихся лучей [1]. Луч, отраженный от поверхности наблюдаемого объекта, попадает в активную зону автодинного первичного преобразователя и меняет его энергетические параметры, в результате в цепи питания автодина возникают пульсации тока.

Для определения величины принятого потока энергии, прибегают к разбиению контролируемой поверхности на элементарные плоские площадки. В этом случае задача определения величины отраженного потока решается для каждого плоского элемента поверхности, а итоговый поток определяется суперпозицией лучей, отраженных от всех элементов контролируемой поверхности.

Суммарный поток энергии, поступившей на приемник, определяется выражением [2]:

$$\Phi_{np} = \sum_{i=1}^n \Phi_i ,$$

где Φ_i - поток энергии отраженный от i -й поверхности;

n - количество плоских элементов взаимодействующих с датчиком.

С учетом переменного времени запаздывания отраженного излучения, закон изменения выходного сигнала представляется выражением:

$$S(t) = \frac{\sum_{i=1}^N A(t) \cdot \sin(2\pi\tau_i(t))}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N A(t) \cdot \sin\left(\frac{2\pi R_i(t)}{\lambda}\right)}{N},$$

где N - количество лучей принятых приемником;

$R_i(t)$ - расстояние пройденное i -м лучом от излучателя автодина до контролируемой поверхности и обратно;

$\tau_i(t)$ - переменное время запаздывания отраженного сигнала;

$A(t)$ - огибающая сигнала на выходе первичного преобразователя;

λ - длина волны зондирующего излучения;

Однако решение данной задачи значительно упрощается, если вести усреднение по расстоянию, пройденному лучом:

$$S_1(t) = A(t) \cdot \sin\left(\frac{2\pi \sum_{i=1}^N R_i(t)}{\lambda N}\right); \quad (1)$$

Если минимальное расстояние от излучателя до контролируемого объекта соизмеримо с длиной волны зондирующего излучения то, пучок лучей вернувшийся на приемопередающий торец автодина можно считать достаточно узким и выражение (1) примет вид:

$$S_2(t) = A(t) \cdot \sin\left(\frac{2\pi R_n(t)}{\lambda}\right), \quad (2)$$

где $R_n(t)$ - расстояние, пройденное лучом нормали от излучателя автодина до контролируемой поверхности и обратно;

Методическая погрешность моделирования выходного сигнала доплеровского дискретно-фазового преобразователя при бесконтактном взаимодействии с контролируемой поверхностью, определится по формуле:

$$\delta = \left| \frac{S_1(t) - S_2(t)}{S_1(t)} \right|;$$

При оценке методом наихудшего случая данная величина не превышает 3%.

Список использованных источников

1 Данилин А.И., Грецов А.А., Особенности математического моделирования доплеровского преобразователя для определения параметров перемещений лопаток энергоагрегатов [Текст]/ Известия СНЦ РАН, т.15, №6(3), 2013.-С. 654-659.

2 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.

УДК 531.767

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗОНДИРУЮЩЕГО ПОТОКА С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ЛОПАТКИ ЭНЕРГОАГРЕГАТА

А.А.Грецов, А.Р.Вахитов

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

Обеспечение надежности энергоагрегатов и увеличение их эксплуатационного ресурса, обуславливают необходимость контроля предельных значений параметров колебаний элементов вращающихся узлов энергоагрегатов [1]. В настоящее время наиболее перспективным методом оценки данных параметров является доплеровский – дискретно фазовый метод, основанный на измерении доплеровского смещения частоты сигнала, отраженного от контролируемой поверхности. Отраженная от поверхности колеблющейся лопатки волна будет иметь доплеровское приращение частоты, которое пропорционально параметрам колебаний лопатки.

Для того, чтобы определить отраженное от лопатки излучение, представим формируемый первичным преобразователем поток пучком равномерно расходящихся лучей. Поскольку геометрические размеры лопатки во много раз превышают размеры сформированного точечного излучателя, то можно воспользоваться аппаратом геометрической оптики для определения потока, отраженного от поверхности наблюдаемого объекта и попадающего на приемник.

В первом приближении поверхность лопатки можно считать плоской. Пусть координаты лопатки в момент времени t имеют вид: