

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

УДК 620.179.18

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОВОЛНОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ РОТОРА ТУРБОАГРЕГАТА

А.А. Грецов, У.В. Бояркина, С.В. Жуков, Д.И. Шайдуллина
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева», г. Самара

Увеличение надежности и ресурса элементов вращающихся узлов турбоагрегатов является основой их безопасной эксплуатации, что обуславливает потребность в информации о фактическом состоянии нагруженных вращающихся элементов, среди которых самым крупным является вал ротора. При неправильной центровке соединяемых валов, изнашивании кинематических пар в процессе эксплуатации, люфтов в соединениях механизмов, неправильного выбора конструктивных и динамических параметров возникают колебательные процессы, которые могут привести к возникновению резонансных явлений и аварийных ситуаций [1]. По этой причине является востребованной разработка эффективных средств диагностики и контроля деформационного состояния ротора турбоагрегата, которое в свою очередь определяется перемещениями вала.

Среди известных методов контроля деформационного состояния вала турбоагрегата наиболее перспективным, является применение бесконтактных радиоволновых преобразователей перемещений, принцип действия которых основан на анализе величины электромагнитного излучения, отраженного от поверхности контролируемого вала. Данные первичные преобразователи отличаются быстродействием, экономичностью и возможностью работы в условиях оптической загрязненности внешней среды, а также позволяют значительно минимизировать габаритные размеры датчика и уровень препарирования корпуса турбоагрегата. В силу перечисленных достоинств широкое распространение получили радиоволновые автодинные первичные преобразователи СВЧ диапазона, в частности, реализованные на диодах Ганна [2]. Применение автодинных преобразователей позволяет провести многопараметровую оценку и измерение характеристик колебательно-

деформационного состояния вала, а именно, положение центральной оси вала, амплитуды, частоты и фазовых соотношений колебательных процессов.

Для определения параметров колебаний вала над контролируемой поверхностью в корпусе турбоагрегата устанавливают радиоволновые преобразователи, расположенные по двум перпендикулярным направлениям к оси вала и измеряющие расстояние до контролируемой поверхности. При изменении расстояния между датчиком и поверхностью контролируемого вала в цепи питания автодинного преобразователя возникает изменение тока, пропорциональное перемещениям вала. По величине автодинного сигнала U можно определить расстояние между приемно-передающим элементом (ППЭ) и поверхностью контролируемого вала:

$$L = kU.$$

где ξ - зазор между ППЭ и поверхностью контролируемого вала; U - уровень напряжения автодинного сигнала; k - дифференциальная крутизна амплитудной характеристики автодина.

В случае смещения центральной оси вала в процессе колебаний, её координаты могут быть определены из системы уравнений:

$$\begin{cases} (x - R - \xi)^2 + z^2 = (L_1 + R)^2, \\ x^2 + (z - R - \xi)^2 = (L_2 + R)^2. \end{cases}$$

где R - радиус вала турбоагрегата; ξ - установочный зазор между ППЭ и поверхностью контролируемого вала; L_1 и L_2 - расстояния между поверхностью контролируемого вала и ППЭ 1 и 2 преобразователей, соответственно.

Одно из решений системы уравнений соответствует перемещениям вала по осям OX и OZ , второе решение отбрасывается из условий физической реализуемости. Анализируя изменения перемещений вала с течением времени можно судить параметрах его колебаний, таких как амплитуда и частота, при этом частотный анализ колебательного процесса позволяет определить все составляющие его гармоники.

Список использованных источников

1. Гаврина О.В. Анализ работы датчика биений вала с бегущим магнитным полем/ О.В. Гаврина // Вестник Пензенского государственного университета. – 2013. – №3. – С. 70-74.
2. Носков, В.Я. Регистрация автодинного сигнала в цепи питания генераторов и полупроводниковых диодов СВЧ (обзор)/ В.Я. Носков, С.М. Смольский// Техника и приборы СВЧ. – 2009. – №1. – С. 14-26