

Информационная часть сигнала поступает в блок 18 на АЦП. Оцифрованные сигналы записываются в оперативную память микроконтроллера 19 для дальнейшей обработки.

Предложенное устройство позволит увеличить точность измерения параметров крутильных колебаний лопаток ГТД за счет исключения в качестве опорного информационного параметра для текущей лопатки колеса временного интервала между максимумами сигналов, поочередно отраженных от первой и третьей зон поверхности данной лопатки и использовать устройство вне зависимости от наличия выходного сигнала штатной системы определения частоты вращения ротора турбоагрегата.

Список использованных источников

1 Бояркина, У.В. Оптоэлектронный способ определения параметров крутильных колебаний лопаток ГТД [Текст] / У.В. Бояркина, Е.А. Щелоков // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции – СГАУ.– Самара, 2015. с. 11.

УДК 531.781

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ РОТОРА ГТД**

М.С. Попов, У.В. Бояркина

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва»

Развитие во всем мире мощных энергетических установок, увеличение их эффективности и надежности приводят к внедрению не только новых материалов и технологий, но и средств контроля за их основными функциональными узлами, в частности, за эксплуатационным контролем валов роторов энергоагрегатов. Эта проблема актуальна по причине того, что вал ротора является основным функциональным элементом, на котором устанавливаются силовые механические узлы. В результате вал ротора воспринимает все статические и динамические нагрузки, возникающие в конкретной механической системе. Поэтому целесообразно иметь возможность диагностирования его технического состояния в эксплуатационном режиме, а также при экспериментальных исследованиях валов с новыми конструктивными изменениями и элементами.

Существует способ определения крутильных колебаний ротора при помощи доплеровского эффекта в СВЧ диапазоне. Принцип работы устройства можно пояснить при помощи структурной схемы на рисунке 1.

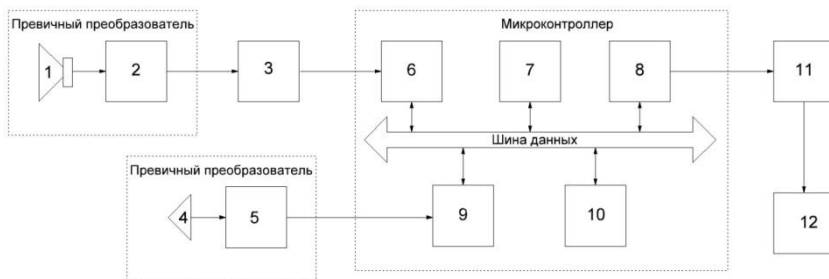


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

В корпусе турбины устанавливаются волноводный преобразователь 1, ось которого направлена перпендикулярно оси вращения ротора по касательной к его поверхности. Сигнал с автодинного генератора 2 подается на волноводный преобразователь, в котором возникает зондирующее СВЧ излучение облучающее поверхность ротора.

При отсутствии крутильных колебаний ротора на выходе атодина формируется сигнал доплеровской частоты, обусловленный вращением ротора, частота которого постоянна.

$$\omega_{DR} = \frac{2\omega_0}{c} \cdot V_R$$

где  $V_R$ ;  $\omega_{DR}$  – соответственно, составляющая мгновенной линейной скорости по отношению к неподвижному датчику и доплеровская частота, обусловленная круговым движением ротора турбины;

$\omega_0$  – рабочая частота генератора;

$c$  – скорость света.

При возникновении крутильных колебаний ротора, частота Доплера меняется пропорционально скорости этих колебаний.

$$\omega_D t = \frac{2\omega_0}{c} \cdot V_R + V_L = \omega_{DR} + \omega_{DL}$$

$V_L$ ;  $\omega_{DL}$  – соответственно составляющая мгновенной линейной скорости по отношению к неподвижному датчику и доплеровская частота, обусловленная крутильным колебанием ротора турбины [1].

Далее сигнал поступает на пороговое устройство 3 принцип работы, которого заключается в отслеживании нулевых переходов и формировании единичного или нулевого импульса при каждом последующем переходе.

Затем определяется временной интервал между соседними импульсами при помощи счетчика импульсов 6 реализованного в микроконтроллере. Далее измеренное значение записывается в оперативно запоминающее устройство 7 и в дальнейшем передается по UART 8 через микросхему MAX486 11 на персональный компьютер 12.

Для привязки к частоте вращения ротора используется обратный датчик 4. Сигнал с обратного датчика поступает на блок обработки сигнала обратного датчика 5 и подается на второй счетчик импульсов 9 реализованный в микроконтроллере. Все операции в микроконтроллере осуществляются при помощи арифметико-логического устройства 10.

Предложенное устройство позволяет более точное и надежное измерения крутильных колебаний роторов турбоагрегатов.

Список использованных источников

1. Попов М.С. Доплеровский преобразователь крутильных колебаний ротора турбины [Текст] / М.С Попов, У.В. Бояркина, // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции – СГАУ.– Самара, 2015. с. 41.

УДК 621.373.826 + 621.384.3

## **ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ, ЗАДАЧА МНОГОКРАТНОГО ПЕРЕОТРАЖЕНИЯ**

Е.А. Щелоков, Д.А. Щелоков

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва»

Оптические системы нашли широкое применение в космической технике [1]. Однако в связи с появлением новых технических решений [1,2] необходимы дополнительные исследования в части возможностей и ограничений многократного переотражения при распространении лазерного излучения.

Рассмотрим систему, построенную на принципе многократного переотражения лазерного излучения от зеркал (в частности металлических). В такой системе необходимо учитывать коэффициент отражения материала, на основе которого изготовлено зеркало.

$R(\omega)$  – коэффициент отражения материала [3]:

$$R(\omega) = 2\sqrt{2} \frac{\omega}{\omega_p} \left[ \left( 1 + \frac{\gamma^2}{\omega^2} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

где  $\omega$  – частота излучения,  $\omega_p$  – плазменная частота свободных электронов,  $\gamma$  – частота электронных столкновений ( $\omega_p$  и  $\gamma$  – имеют различные значения в зависимости от материала металла).

Отражательные свойства некоторых материалов для видимого и инфракрасного диапазона излучения приведены в таблице 1.