

допустимые границы значений; динамически изменять отображение топологии элементов; определять и выполнять функции обратной связи, по изменению выбранных параметров.

Параметры элемента задаются непосредственно перед построением модели топологии или симуляции. Допускаются различные способы задания параметров, такие как: кнопки, группа радиокнопок, текстовые поля. В качестве элемента-образца в данной работе была выбрана модель встречно-штырьового преобразователя (ВШП). Проанализированы возможные математические модели для описания ВШП в САПР Cadence Virtuoso. Построена математическая модель методом конечных элементов в программе Comsol Multiphysics.[1]

Список использованных источников

1. Hofer M., Finger N., Kovacs G., Schöberl J., Zaglmayr S., Langer U., Lerch R. Finite-element simulation of wave propagation in periodic piezoelectric SAW structures // IEEE Trans. UFFC. – 2006. – V. 53, N. 6. –P. 1192-1201.

УДК 620.179.18+621.383+535.8

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ОПТОЭЛЕКТРОННОГО-СВЧ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

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

Применение комбинированных первичных преобразователей для контроля параметров колебаний лопаток является перспективным направлением в разработке аппаратуры для диагностики деформационного состояния элементов вращающихся узлов турбоагрегатов. Принцип действия таких преобразователей основан на применении датчиков работающих в различном диапазоне частот, что позволяет исключить взаимное влияние друг на друга. По причине требований к высокому быстродействию и влиянию высоких температур для этой цели лучше всего подходят оптоэлектронные и СВЧ преобразователи. За счет различной чувствительности к перемещениям контролируемой поверхности проявляется их главное преимущество – возможность селектирования изгибных и крутильных деформаций лопаток для повышения точности и достоверности измерений.

Для проверки результатов математического моделирования и определения рекомендаций для расположения комбинированного преобразователя в корпусе турбоагрегата необходимо определить зависимости выходного напряжения преобразователя от величины установочного зазора и от угла между центральной осью датчика и

нормально восстановленной к контролируемой поверхности. При реализации СВЧ канала комбинированного преобразователя в большинстве случаев предпочтение отдается автодинным преобразователям с регистрацией информационного сигнала в цепях питания, благодаря малым габаритам, стоимости и простоте конструктивного исполнения [1]. Характеристики волноводного СВЧ канала выполненного на автодинном модуле «Тигель-08» представлены в [2].

Оптоэлектронный канал состоит из чередующихся 4 приемных и 4 передающих световодов диаметром 0,5 мм, расположенных в металлической защитной оболочке. Зондирующее излучение формируется светодиодом DFL-3014URC10, прием отраженного излучения осуществляется фототранзистором BPW85C. Зависимость выходного напряжения оптоэлектронного канала от величины установочного зазора представлена на рисунке 1. При использовании в качестве отражателя стальной пластины шириной 5 мм, сигнал ( $U_1$ ) возрастает до величины зазора 1 мм, затем выходное напряжение оптоэлектронного канала уменьшается при дальнейшем увеличении зазора. При использовании в качестве отражателя цилиндрической поверхности радиусом 5 мм сигнал ( $U_2$ ) монотонно убывает с увеличением зазора. Для однозначного определения изменения величины зазора необходимо выбрать линейный участок характеристики в диапазоне зазоров  $\delta = 2..4$  мм.

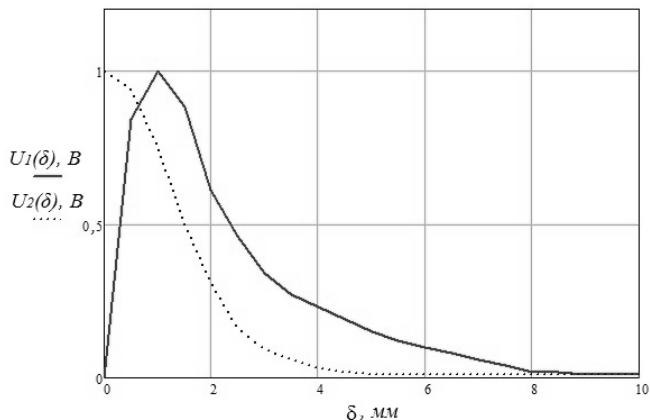


Рисунок 1– Зависимость выходного напряжения оптоэлектронного канала от величины установочного зазора

Зависимость амплитуды сигнала оптоэлектронного канала от угла между центральной осью датчика и нормалью восстановленной к контролируемой поверхности представлена на рисунке 2.

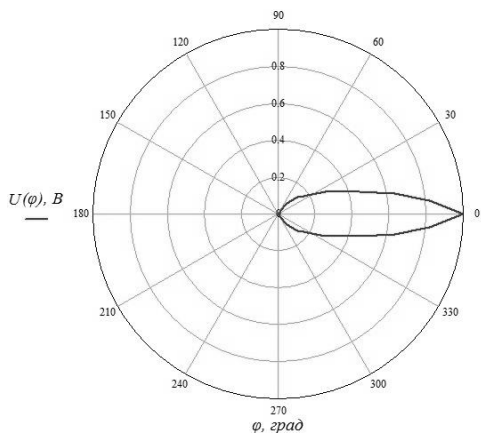


Рисунок 2 – Зависимость амплитуды сигнала оптоэлектронного канала от угла между центральной осью датчика и нормалью восстановленной к контролируемой поверхности

Ширина сектора, в котором амплитуда сигнала оптоэлектронного канала изменяется не более чем 0,7 раз, составляет около 20 градусов.

#### Список использованных источников

1. Данилин, А. И. Схемотехнические особенности получения автодинного сигнала в преобразователях параметров перемещений элементов вращающихся узлов турбоагрегатов/ А.И. Данилин, А.А. Грецов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева. – 2014. – №2 (44). – С. 30-34.

2. Грецов, А.А. Результаты экспериментального исследования доплеровского преобразователя перемещений / А.А. Грецов, У.В. Бояркина, А.Р. Вахитов // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции (г. Самара, 18-20 мая 2016 г.) / под ред. А.И. Данилина. – Самара: ООО «Офорт», 2016. – С. 61-63.

УДК 620.179.14; 621.3.014.4

### **ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО МЕТОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДЕФЕКТОСКОПИИ И СТРУКТОСКОПИИ**

Д.А. Ворох, Я.А. Иванова  
Самарский университет, г. Самара

В настоящее время проводятся исследования свойств и характеристик материалов, используемых в машиностроительной и космической отраслях,