

2. Чернявский А.Ж. Дискретно-фазовые преобразователи динамических перемещений лопаток для систем управления турбоагрегатов : дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05. Самара: Самар. нац. исслед. ун-т им. акад. С.П. Королева, 2018. 178 с.

3. Грецков А.А. Доплеровские преобразователи перемещений элементов вращающихся узлов турбоагрегатов : дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05. Самара: Самар. нац. исслед. ун-т им. акад. С.П. Королева, 2016. 147 с.

4. Патент на изобретение 2584723 Российская Федерация, МПК G01H 11/06. Способ определения параметров колебаний лопаток вращающегося колеса турбомашин и устройство для его осуществления. Данилин А.И., Чернявский А.Ж., Данилин С.А. и др., заявитель и патентообладатель Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С.П. Королева. Заявл. 03.02.2015, опубл. 20.05.2016, бюл. № 14.

5. Патент на изобретение 9810090 США, МПК H01L 21/00. Method for determining the oscillation parameters of turbo-machine blades and a device for putting the same into practice. Danilin A.I., Chernyavskij A.Zh., Danilin S.A. et al. Applicant and Assignee: Samara State Aerospace University. Priority date 3.02.2015, patent date 7.11.2017.

6. Чернявский А.Ж., Данилин С.А. Алгоритм оценки помехоустойчивости способа определения параметров колебаний лопаток турбоагрегатов на основе нелинейной аппроксимации сигналов первичных преобразователей //Известия Самар. науч. центра РАН. – 2016. - Том 18, № 4. – С. 161-165.

7. Чернявский А.Ж., Данилин А.И., Прохоров С.А., Данилин С.А. Точность определения параметров колебаний лопаток турбомашин при использовании нелинейной аппроксимации сигналов первичных преобразователей //Измерительная техника, 2017. № 11. с. 41-45.

Чернявский Аркадий Жоржевич, кандидат технических наук, инженер кафедры радиотехники. E-mail: ark@vaz.ru.

Данилин Сергей Александрович, старший преподаватель кафедры радиотехники. E-mail: sad1st07@yandex.ru.

Дудкина Елена Евгеньевна, аспирант кафедры радиотехники.

E-mail: staku@rambler.ru

УДК 620.179.18: 21.389: 681.2

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ ВНУТРИВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДАМИ АКУСТИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭМИССИИ

И.Л. Борисенков¹, Г.И. Леонович¹, К.Е. Воронов², А.М. Телегин², В.Н. Захаров²

¹ Секция прикладных проблем при Президиуме РАН, г. Москва

² «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Пластическая деформация и разрушение твердых тел сопровождаются генерацией в широкой полосе частот акустической и в ряде случаев электромагнитной эмиссии. Акустические методы контроля реагируют не столько на прочность, сколько на плотность, пористость,

влажность, состав материалов и требуют введения поправок на факторы, которые не всегда применимы. Источниками электромагнитной эмиссии во многих конструкциях и материалах, в том числе композитных, являются непосредственно сами дефекты структуры: микро- и макротрещины, границы раздела между связующим и наполнителем, адгезия между органическим вяжущим и твердым материалом. Комплексирование методов, основанных на явлениях электромагнитной и акустической эмиссии, а также поправок на влажность и температуру, выполняемых с применением однотипных сетевых датчиков, существенно повышает простоту реализации, достоверность и точность неразрушающего контроля материалов и конструкций в процессе их эксплуатации [1-3].

В качестве датчиков для контроля объектов методом электромагнитной эмиссии, как правило, применяют емкостные датчики смещения в электрометрическом режиме измерения или скорости в дифференциальном режиме измерения, которые связаны определенным механизмом деформации: наличием волн пластичности, локализованной или делокализованной деформацией и т. д. [2].

При реализации метода акустической эмиссии широкое применение получили волоконно-оптические сенсорные сети из датчиков на основе внутриволоконных брэгговских решеток (ВБР). Благодаря компактности и простоте исполнения такие датчики могут внедряться в конструкцию контролируемого объекта для мониторинга его состояния, деформации и целостности, практически не оказывая влияния на характеристики жесткости и прочности материала [4].

В [5] описаны варианты гибридных датчиков, содержащих ВБР и сопряженную с ней электро- или магнитострикционную структуру. Такие датчики могут совмещать функции измерения при контроле методами электромагнитной и акустической эмиссии. Введение в сенсорную сеть ВБР-датчиков влажности и температуры создает условия для получения высокоточной достоверной информации посредством мультисенсорной системы с функциональным, информационным и структурным резервированием.

Одной из отличительных особенностей гибридных ВБР-датчиков является возможность выполнения пространственно разнесенной сенсорно-актюаторной структуры (САС). Например, в материал или конструкцию вводится ферромагнетик, который при акустомеханическом и электромагнитном воздействии изменяет свои параметры или положение, что, в свою очередь, приводит к изменению формируемого им магнитного поля. Приемная часть САС, расположенная вне конструкции, соответственно изменяет параметры деформации ВБР. Сенсорная сеть из таких датчиков не требует мер по защите от экстремальных нагрузок, характерных, например, для корпусов ЛА и КА, морских и подводных судов, рельсовых путей и т.п.

Список использованных источников

1. J. Clavijo et al. Observation of significant differences between electromagnetic and acoustic emissions during fracture processes: A study on rocks under compression loading// 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1386.
2. Шибков А.А. и др. Электромагнитная эмиссия при развитии макроскопически неустойчивой пластической деформации металла // Физика твердого тела, 2016, том 58, вып. 1/ – <http://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/42603>.
3. Суржиков В.П., Хорсов Н.Н., Хорсов П.Н. Мультисенсорная система для исследования дефектности диэлектрических материалов // Контроль. Диагностика. - 2011 - №. 11 - С. 17-20.
4. Ефимов М.Е., Волков А.В., Литвинов Е.В. Метод контроля деформаций композитных конструкционных элементов с помощью волоконно-оптического датчика акустической эмиссии // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 2. С. 212–219.
5. Леонович Г.И., Олешкевич С.В. Гибридные датчики на волоконно-оптических брэгговских решетках / Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 18, № 4(7), 2016, с. 1340-1345.

УДК 620.179.18

ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМЫ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАТОК ТУРБОАГРЕГАТОВ

Е.Е. Дудкина, У.В. Бояркина, А.А. Грецков, Е.Ю. Власова, С.В. Семёнов
«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

При эксплуатации турбоагрегатов возникает необходимость в контроле параметров колебаний лопаток, с целью предотвращения аварийных ситуаций. Важным параметром, требующим особого контроля, является форма колебаний лопаток, так как опасные формы колебаний могут привести к потере устойчивости лопаточного колеса. Перспективным направлением решения данной задачи является использование радиоволнового автодинного преобразователя реализующего дискретно-фазовый метод, основанный на статистическом накоплении информации и анализе экстремальных значений автодинного сигнала [1].

Реализация дискретно-фазового метода определения формы изгибных колебаний лопаток осуществляется следующим образом. В корпусе турбоагрегата над траекторией прохождения торцов лопаток устанавливается радиоволновый автодинный преобразователь перемещений, как показано на рисунке 1, формирующий поток зондирующего излучения на торцы контролируемых лопаток [2]. Отраженный от торца контролируемой лопатки сигнал поступает на