

точка которого задается величиной сопротивления резистора  $R_2$ . Информационный сигнал регистрируется в виде напряжения на резисторе  $R_2$  с помощью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП). На рисунке 2 приведена фотография оптоэлектронного преобразователя в разобранном виде.

Для уменьшения паразитной засветки фототранзистора от расположенного рядом светодиода, на прозрачную часть корпуса фототранзистора надевается защитный кембрик, ограничивающий попадание светового потока вне линзы.



Рисунок 2 - Оптоэлектронный преобразователь перемещения на основе фототранзистора в разобранном виде

Для симметризации и канализации светового потока внутренняя часть корпуса преобразователя заполняется кварцевым стеклом, которое играет роль световодной системы.

Список использованных источников

1. Данилин А. И. Бесконтактные измерения деформационных параметров лопаток в системах контроля и управления турбоагрегатами/ А. И. Данилин, – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2008.-С.189-198.

УДК 531.7.08

## **МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В.В. Неверов, А.Д. Судаков  
Самарский университет, г. Самара

Неразрушающий контроль авиационной техники, как один из видов работ, обеспечивающих безопасную эксплуатацию авиационной техники, начал активно внедряться в процессы технического обслуживания и

ремонта в 50-е годы прошлого века. По мере развития методов, разработки и серийного выпуска средств неразрушающего контроля, а так же в связи с эксплуатацией самолетов, вертолетов и других воздушных судов по принципу допустимости повреждений критических мест конструкции в условиях увеличивающегося календарного и назначенного ресурсов, неразрушающий контроль находит все более широкое применение.

Для получения информации в неразрушающем контроле все виды физических полей и излучений, химических взаимодействий и процессов. Итоговым результатом становится определение остаточного ресурса или риска эксплуатации объекта с помощью соответствующих инструкций методик и стандартов. Средства неразрушающего контроля и диагностики создаются аппаратными, программными внешними и встроенными, ручными и автоматизированными, специализированными или универсальными [1].

Одними из основных методов неразрушающего контроля, применяемых в авиационной промышленности, являются: визуально-оптический, вихретоковый, ультразвуковой (акустический), капиллярный, рентгенографический. Главная роль неразрушающего контроля заключается в обеспечении своевременного выявления дефектных элементов конструкции планера, двигателя, агрегатов воздушного судна с целью исключения их возможного разрушения в процессе последующей эксплуатации.

Вихретоковый метод контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля этим полем. В качестве источника электромагнитного поля чаще всего используется индуктивная катушка (или несколько), которая является вихретоковым преобразователем. Переменный ток, протекающий через вихретоковый преобразователь, создает магнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в объекте контроля. Поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них ЭДС или изменяя их полное электрическое сопротивление. Измеряя напряжение или сопротивление на катушках, получают информацию о свойствах объекта контроля.

Данный вид контроля применим лишь к деталям из металлов и сплавов, способных к намагничиванию. Основные задачи магнитного неразрушающего контроля (НК): контроль сплошности – дефектоскопия, измерение размеров – толщинометрия, контроль физико-механических свойств – структуроскопия.

В авиации данный метод контроля занимает особое место, так как данный метод активно используют как на этапе производства авиационной техники, так и в процессе её эксплуатации. В авиационной промышленности вихретоковыми методами неразрушающего контроля

осуществляют диагностику и контроля крыльев, фюзеляжей, колесных дисков, резьбовых соединений, компонентов двигателей, роторов, сварных швов, осей, крепежных отверстий и т.д.

Преимущества данного метода контроля: простота конструкции вихретокового преобразователя; контроля можно производить без контакта датчика и объекта контроля; у данного метода контроля высокая чувствительность к микроскопическим дефектам; которые находятся на поверхности либо в непосредственной близости от исследуемого участка объекта контроля; сигнал с датчика несет в себе информацию о большом количестве параметров объекта контроля.

Недостатками вихретокового метода контроля являются: возможное искажение одного параметра другими; искажение результатов измерения, при наличии вблизи другого, неучтенного, источника электромагнитного поля; ограниченная область применения, т.е. возможен контроль только электропроводящих изделий, а так же малая глубина контроля; неточность определения толщин шероховатых поверхностей.

Ультразвуковой эхо-импульсный метод неразрушающего контроля основан на способности ультразвуковых колебаний распространяться в акустически прозрачных материалах и отражаться от границы раздела двух сред с различными акустическими свойствами. Ультразвуковые методы дефектоскопии являются наиболее универсальными методами контроля авиационной техники. Они позволяют контролировать разнообразные свойства (толщину, ширину, длину, наличие внутренних трещин и дефектов и т.д.) контролируемых объектов, изготовленных из акустически прозрачных материалов.

Рентгенографический метод послужил началом проведения и зарождения неразрушающего контроля в конце позапрошлого века. Рентгеновский контроль основан на поглощении рентгеновских лучей, которое зависит от плотности среды и атомного номера элементов, образующих материал, из которого изготовлен объект контроля. Наличие таких дефектов, как трещины, раковины или включения инородного материала, приводит к тому, что проходящие через материал лучи ослабляются в различной степени.

Основным отличием рентгеноскопии от рентгенографии является то, что рентгенография дает лишь статическое изображение на специальной карточке или пленке, а рентгеноскопия позволяет получать изображение на экране в реальном времени, т.е. в динамике. Это является главным преимуществом рентгеноскопического метода. Однако есть и недостатки, главным из которых является получение человеком, эксплуатирующим оборудование для данного вида контроля, высокой дозы облучения по сравнению с рентгенографией.

Каждый из рассмотренных методов имеет как свои преимущества, так и недостатки. К сожалению, некоторые из недостатков устранить

невозможно. Однако, в настоящее время ведутся активные работы по усовершенствованию уже существующих методов и созданию новых.

Список использованных источников

1. Ключев, В.В. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник [Текст]/В.В. Ключев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев, –М.: Машиностроение, 2003.-656 с.
2. Ахмеджанов, Р.А. Физические основы магнитного неразрушающего контроля [Текст]: конспект лекций/ Р.А. Ахмеджанов; Омский государственный университет путей сообщения – Омск, 2004.-69 с.

УДК 621.3.082

## **КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЛОПАТОК ТУРБОАГРЕГАТОВ**

А.И. Данилин, У.В. Бояркина, С.А. Данилин, А.А. Грецков  
Самарский университет, г. Самара

Для определения деформационного состояния лопаток турбоагрегата нашли широкое применение бесконтактные методы, в частности, дискретно-фазовый метод. Его отличительной особенностью является измерение дискретных фаз перемещений деформируемой поверхности при её бесконтактном взаимодействии с первичным преобразователем в отдельные моменты времени. При использовании одного установочного отверстия в корпусе турбоагрегата, удастся получить сведения о деформационном состоянии лопатки один раз оборот ротора [1]. Поскольку частота колебаний лопатки выше частоты оборотов ротора, то для получения полной информации о параметрах колебательного процесса, используется несколько датчиков расположенных в непосредственной близости друг от друга, как показано на рисунке 1.

Однако такое расположение датчиков ведет к их взаимному влиянию друг на друга, так как зондирующее излучение, отражаясь от контролируемой поверхности, будет приниматься всеми датчиками, а не только каким-то конкретным, что значительно усложняет анализ принятого сигнала. Чтобы устранить эту проблему, можно использовать комбинации датчиков, работа которых основана на различных физических принципах. Для реализации дискретно-фазового метода используются индукционные, индуктивные, вихретоковые, емкостные, оптоэлектронные и СВЧ-датчики.

Для работы в сложных условиях тракта турбоагрегата лучше всего подходят оптоэлектронные и СВЧ-датчики [2]. При этом возможно разработать конструктивное исполнение комбинированного первичного преобразователя, позволяющее использовать одно установочное отверстие в корпусе турбоагрегата, что практически не сказывается на прочности