

УДК 629.7.067.8, 629.7.083.025

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ВЫСОТЫ СТОЛБИКА ВОДЫ В СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ САМОЛЕТОВ

К.Н. Коробов, Д.А. Нестерук

Томский политехнический университет

E-mail: korobovkirill@mail.ru

Коробов Кирилл Николаевич,
аспирант, инженер Института
неразрушающего контроля
ТПУ.

E-mail: korobovkirill@mail.ru
Область научных интересов:
приложения ультразвукового
контроля, разработка
автоматизированных устройств
УЗК.

Нестерук Денис Алексеевич,
канд. техн. наук, доцент
кафедры физических методов и
приборов контроля качества
Института неразрушающего
контроля ТПУ.

E-mail: nden@sibmail.com
Область научных интересов:
приложения теплового
контроля, разработка систем
активного теплового контроля,
строительная термография.

Проведены экспериментальные исследования по измерению высоты столбика воды в сотовой конструкции с помощью ультразвукового метода неразрушающего контроля. Разработаны экспериментальные образцы для проведения лабораторных исследований.

Ключевые слова:

Ультразвуковая дефектоскопия, эхо-метод, сотовые конструкции, авиация, скрытая вода.

Key words:

Ultrasonic flaw detection, echo method, cell construction, aviation, hidden water.

Введение

Условие одностороннего доступа к объекту контроля (ОК) – сотовой авиационной панели, ограничило круг методов, применимых для ультразвукового (УЗ) метода контроля сотовых конструкций самолётов. Физическая суть их одинакова – это излучение в ОК или возбуждение в нём ультразвуковых колебаний и приём рассеянных в обратном направлении ультразвуковых волн, в параметрах которого содержится информация о толщине зондируемого материала (в нашем случае – высота столбика воды в сотовой конструкции самолета).

Эхо-метод ультразвуковой дефектоскопии основан на излучении и приёме продольных ультразвуковых волн. Высококачественный генератор вырабатывает кратковременные импульсы (либо с высокочастотным заполнением – радиоимпульсы, либо просто короткие импульсы). Посланный излучателем импульс, отразившись, возвращается обратно к преобразователю, который работает в это время на прием (рис. 1).

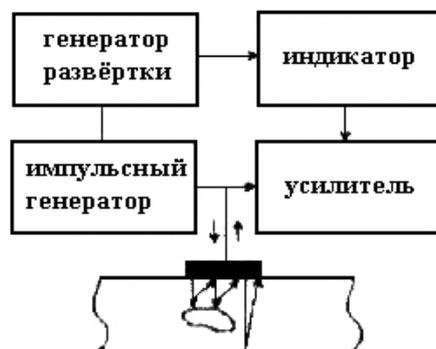


Рис. 1. Эхо-метод УЗ-контроля

С преобразователя сигнал поступает на усилитель, а затем, на отклоняющие пластины ЭЛТ (рис. 2).



Рис. 2. Изображение на экране дефектоскопа

Эхо-метод обладает рядом преимуществ: он позволяет использовать изделия при одностороннем доступе к ним. Это особенно ценно при проверке изделий, в которых отсутствует двусторонний доступ. Высокая чувствительность эхо-метода, отражение даже 1 % энергии очень хорошо не только обнаруживается, но и измеряется [1, 2].

Главный недостаток эхо-метода – наличие мертвой зоны под датчиком, что не дает возможности применять его для тонких изделий. Наличие мертвой зоны связано с тем, что при близко расположенном дефекте в момент прихода эхо-сигнала от него ещё продолжается излучение зондирующего импульса. Для уменьшения мертвой зоны повышают частоту УЗ контроля, что позволяет уменьшить длительность зондирующего импульса [3, 4].

Определение высоты столбика воды УЗ методом контроля

В ходе работы были проведены эксперименты по измерению высоты столбика воды в сотовой структуре. Для эксперимента были изготовлены экспериментальные образцы, представленные на рис. 3. Основания образцов представляли собой алюминиевую и стеклотекстолитовую пластины, толщиной 2 и 1 мм соответственно.

Измерение высоты жидкости в сотовой структуре определяли по следующей методике. В исследуемый образец излучали ультразвуковые импульсы с частотой 4 МГц. Акустический импульс, отражаясь от поверхности воды, фиксировался соответствующим измерительным устройством. Для эксперимента были использованы сертифицированные Госстандартом приборы: USM 35SX (фирмы Krautkrämer), стандартный преобразователь в качестве излучателя-приёмника продольных волн.

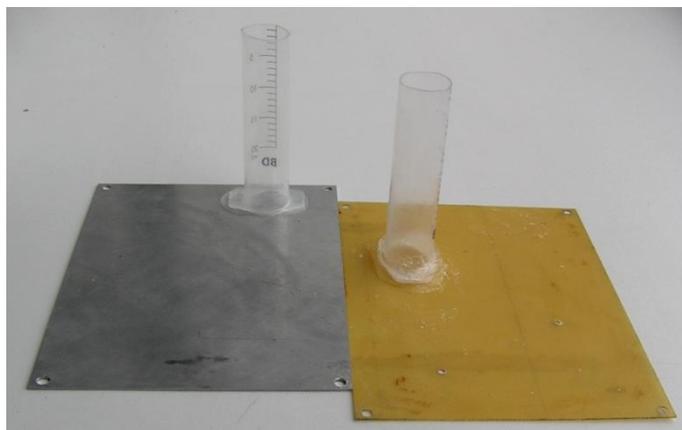


Рис. 3. Экспериментальные образцы со стеклотекстолитовым и алюминиевым основаниями

Эксперимент проводился следующим образом: образец наполняли водой до максимального уровня. Затем с помощью штангенциркуля измеряли высоту столбика и по полученному значению производили калибровку дефектоскопа, после чего воду из образца сливали. Затем для определения чувствительности контроля и минимально выявляемой высоты столбика экспериментальный образец наполняли водой с шагом 3 мм. Зондирование проводили по обратной стороне образца. На экране дефектоскопа наблюдали сигнал, отражённый от поверхности воды. Полученные экспериментальные данные сравнили с теоретическими, полученными при измерении высоты столбика жидкости штангенциркулем, определили погрешность и чувствительность контроля.

Показания дефектоскопа USM 35SX в ходе проведения эксперимента приведены на рис. 4.

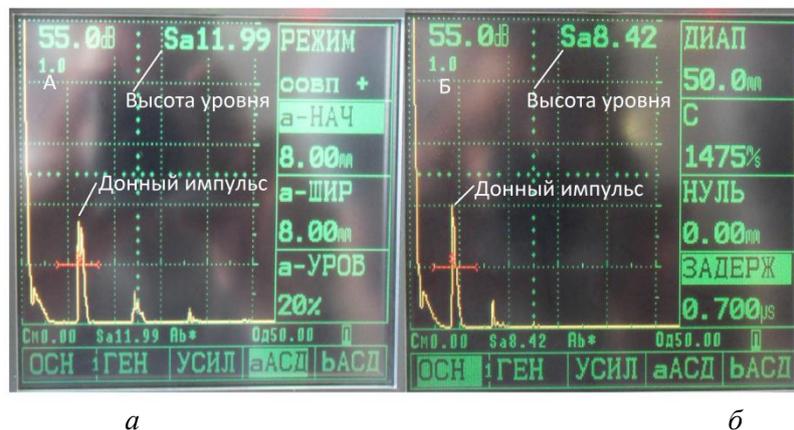


Рис. 4. Показания дефектоскопа USM35SX: а) при настройке на высоту столбика воды 12 мм; б) при измерении высоты столбика воды в образце с основанием из стеклотекстолита

Проведенные экспериментальные исследования по УЗ контролю высоты столбика воды позволили сделать следующие заключения: 1) средняя абсолютная погрешность измерения высоты столбика воды от 6 до 59 мм составила 0,5 мм для образца со стеклотекстолитовым основанием и 0,44 мм для образца с алюминиевым основанием; 2) минимально обнаруживаемая высота столбика воды составила 5,60 мм, что обуславливается «мертвой зоной» преобразователя; 3) чувствительность контроля определяется разрешающей способностью дефектоскопа и составляет 0,01 мм; 4) минимальная область сканирования определяется диаметром пьезопластины преобразователя; 5) основание контрольного образца вносит незначительную погрешность при измерении уровня столбика жидкости; 6) необходима предварительная калибровка дефектоскопа на контролируемых образцах сот.

Исследования выполнены по гранту Президента РФ МК-3903.2011.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капранов Б.И., Коротков М.М. Акустические методы контроля и диагностики. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – Ч. 1. – 186 с.
2. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. – М.: Изд-во Иностранной литературы, 1956. – 726 с.
3. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.
4. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / под ред. И.П. Голяминой. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.

Поступила 31.10.2011 г.