

УДК 534.86

## СИСТЕМА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИФРАКЦИОННО-ВРЕМЕННОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ

Куц Ю.В., Лысенко Ю.Ю., Редька М.А.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»  
Киев, Украина

В ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) обычно используют радиоимпульсные сигналы с гармонической несущей в диапазоне 1 – 10 МГц [1]. Информативными параметрами таких сигналов могут быть их амплитуда, фаза, частота и задержка на распространение в объекте контроля (ОК). Во время сканирования ОК ультразвуковым преобразователем эти параметры сигнала моделируются дефектами структуры или иными локальными неоднородностями физико-механических характеристик материала ОК и его геометрическими параметрами.

Для принятия решения о степени опасности дефектов необходимо решать вопросы не только их выявления, но и оценки размеров дефектов. В частности задачу определения размеров дефектов в виде трещины, которые могут возникнуть в процессе сварки, решают с помощью ультразвукового дифракционно-временного метода (метода TOFD – time of flight diffraction) [2]. На рис.1а,б изображены соответственно лучевая картина ультразвуковых колебаний в ОК с дефектом, и модель получаемых в приемнике сигналов.

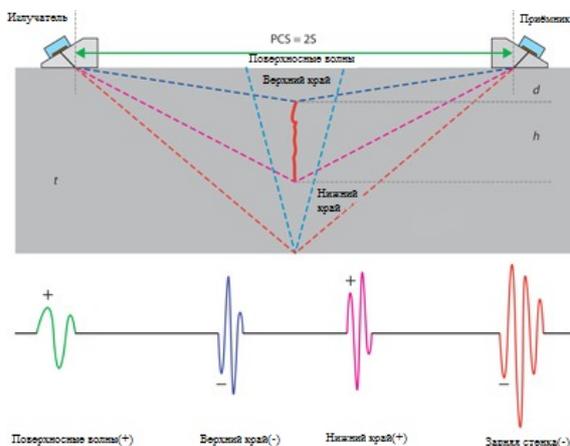


Рис. 1. Формирование информационных сигналов в системе «излучатель – ОК – приёмник» и их модель при контроле методом TOFD (по материалам [2])

Ультразвуковые колебания дифрагируют на краях трещины и дают дополнительные сигналы, расположенные во времени между излученным и донным сигналами. Причем импульсы от ближней и дальней кромок трещины различаются по начальной фазе на 180°. В этом методе контроля информационным параметром является временная задержка сигнала. Зная основные геометрические параметры системы

«излучатель – ОК – приёмник» – толщину ОК и расстояние между излучателем и приемником, а также значение скорости распространения ультразвуковых колебаний используемого типа волн, и измерив временные задержки на распространение всех сигналов в ОК можно вычислить протяженность трещины. Один из возможных алгоритмов таких вычислений приведен, например, в работе [3].

Однако обнаружение информационных сигналов в методе TOFD и соответственно оценка их временного положения затруднены вследствие низкого отношения сигнал/шум. В докладе предложено выявление сигналов УЗД на фоне значительных аддитивных шумов (при соотношении сигнал/шум единица и меньше) методом статистической фазометрии [4]. Метод основан на анализе т.н. г-статистики, известной из статистического анализа угловых величин. Отличительной особенностью этих величин является распределение их вероятностей на круге. г-статистика формируется как выборочная длина вектора, полученного в результате скользящей обработки разности фаз принятых сигналов и виртуального опорного сигнала в виде непрерывного гармонического колебания той же частоты, что и частота несущей сигналов УЗД (то есть скользящего усреднения фазовых данных при их представлении на круге единичного радиуса). г-статистика принимает значение в интервале (0, 1), а ее максимумы совпадают с максимумами сигналов УЗД, что и позволяет использовать их для измерения задержек сигналов.

Фазы принятых сигналов определяются с помощью их дискретного преобразования Гильберта (ДПГ). ДПГ реализуется во временной области как фильтр с и импульсной характеристикой [5]:

$$h(t) = \frac{1}{\pi \cdot t}$$

В докладе предложен вариант реализации системы контроля на основе метода TOFD в соединении с фазовым методом обработки сигналов. Структура системы приведена на рис.2.

В состав системы контроля входят следующие блоки:

- МК – микроконтроллер;
- ЦГ – цифровой генератор;
- ПУ – программируемый усилитель;
- VQ1 – излучатель;

- VQ2 – приёмник;
- У – усилитель;
- ФНЧ – фильтр нижних частот;
- АЦП – аналогово-цифровой преобразователь;
- ЗУ – запоминающее устройство;
- ПК – персональный компьютер с оригинальным программным обеспечением;
- USB – интерфейс USB.

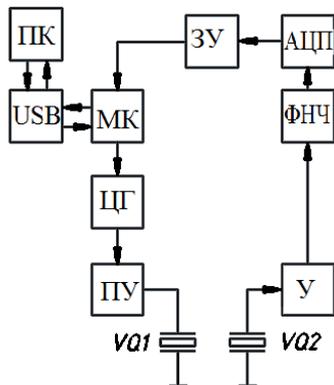


Рис. 2. Структурная схема системы контроля сварных соединений основанной на методе TOFD

Данная структура системы ультразвукового дефектоскопа отличается наличием прецизионного цифрового генератора для возбуждения колебаний в излучателе, что необходимо для корректного применения фазового метода обработки сигналов. Кроме того это позволяет реализовать прецизионный многоскальный фазовый метод измерения времени задержки сигналов. Последний основан на определении задержки в соответствии с выражением  $\tau = (2\pi n + \varphi) / \omega$ , где  $n$  – количество целых фазовых циклов,  $\varphi$  – фазовый сдвиг сигналов в интервале  $(0, 2\pi)$ ,  $\omega$  – круговая частота гармонической несущей.

УДК 681

## МОТИОН ИМПРИНТ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ СТРОГОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Лебедев А.Н., Степанов Б.А., Нестеров М.С., Онуфриев С.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
Москва, Россия

Современные реалии формируют новые требования к системам безопасности. Развитие методов взлома требует постоянной актуализации средств противодействия новым угрозам. Сейчас прорывается проблема, когда стандартная (парольная) аутентификация пользователя не всегда в силах обеспечить защиту от несанкционированного доступа. В таких случаях пользуются дополнительными мерами по аутентификации пользователей. Вводят усиленную аутентификацию или строгую, которая включает в себя сразу несколько факторов.

Проведенное моделирование процесса обработки сигналов УЗД подтвердило возможность их обнаружения на фоне аддитивных шумов для соотношения сигнал/шум меньше единицы. Показано, что повышение точности определения временного положения импульсов может быть достигнуто путем увеличения получаемой измерительной информации за счет увеличения частоты дискретизации сигналов в АЦП, либо применением специальных методов определения энергетических центров импульсов.

Использование методов статистической фазометрии для обработки сигналов в методе TOFD позволяет расширить функциональные возможности и область применения последнего, а также уменьшить погрешность определения временных задержек сигналов и за счет этого повысить достоверность контроля размеров дефектов.

1. R. Halmshaw. Introduction to the Non-Destructive Testing of Welded Joints. – Printed by Lightning source, Milton Keynes, England. – 2006. – 84 с.
2. Ультразвуковой дифракционно-временной метод контроля (TOFD) стыковых сварных соединений труб из полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.olympus-ims.com/ru/applications/ultrasonic-tofd-butt-fusion/>
3. An overview TOFD method and its Mathematical Model [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ndt.net/article/v05n04/mondal/mondal.htm>.
4. Куц Ю. В. Статистическая фазометрия / Ю.В. Куц, Л.М. Щербак – Тернополь: Изд-во Тернополь. технического ун-та имени Ивана Пулюя, 2009. – 383 с.
5. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 540 с.

Нами была поставлена задача разработать многофакторную систему аутентификации с использованием комбинации трех факторов: уникальная информация, уникальный предмет, биометрические данные (motion data). Данная статья посвящена одному из факторов – отпечаток движений (motion imprint).

Под отпечатком движений (motion imprint) понимается совокупность индивидуальных особенностей движений рук во время набора символов на клавиатуре.