

УДК 620.179

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Д. И. КЛИМОВИЧ, С. С. СЕРГЕЕВ, А. Ю. СКВОРЦОВ
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В данной работе исследованы пути и возможности повышения метрологических характеристик ультразвукового контроля на основе применения TOFD-метода для выявления и оценки размеров дефектов при проведении неразрушающего контроля сварных соединений. Проведен анализ эффективности различных схем прозвучивания сварных соединений разных типов для выявления опасных плоскостных дефектов.

TOFD-метод реализуется на основе использования пары специальных ультразвуковых преобразователей (ПЭП), расположенных по разные стороны от дефекта. Пучок ультразвуковых лучей, излученных одним преобразователем, взаимодействует с поверхностью дефекта и принимается другим преобразователем. Волны, получившиеся в результате дифракции на концах дефекта, складываются с обычными отраженными волнами и распространяются от кончиков в виде широких пучков лучей.

Время прохождения регистрируемых сигналов является мерой оценки высоты дефектов, тем самым позволяя измерить дефект. Размер дефектов всегда определяется временем прохождения дифракционных сигналов. При этом амплитуда сигнала не используется в качестве информативного параметра.

Проведены экспериментальные исследования TOFD-метода для оценки возможности обнаружения и определения размеров дефектов в сравнении с традиционным эхо-методом. Объекты исследования – искусственные отражатели в виде пазов и боковых отверстий, имитирующие плоскостные и объемные дефекты, образцы с заложенными отверстиями на разной глубине и разными диаметрами, а также дефекты в реальных образцах сварных соединений.

В данной работе использовались ультразвуковые дефектоскопы УД4-76 и SIUI CTS-703. Контроль TOFD-методом проводился продольными волнами на частоте 5 МГц при угле ввода 70° . Раздвижка преобразователей выбиралась по рекомендации программного обеспечения прибора CTS-703 с помощью «мастера TOFD». По полученным изображениям были рассчитаны глубина залегания и размеры дефектов. Эти же дефекты определялись и измерялись традиционным эхо-методом. Для ультразвукового контроля эхо-методом использовался преобразователь с углом ввода 65° и частотой 2,5 МГц и прямой преобразователь с частотой 2,5 МГц. Ис-

пользовалась схема прозвучивания прямым и однократно отраженным лучом. Оценка высоты дефектов производилась по правилу «-6ДБ».

Результаты экспериментального исследований на образцах с боковыми отверстиями и вертикальным пазом показали, что ошибки измерения высоты дефектов методом волн дифракции значительно меньше, чем при использовании традиционных амплитудных измерений эхо-методом. Среднее отклонение высоты дефектов для метода волн дифракции составило 27 % против 83 % при использовании амплитудного метода «-6дБ». Отклонение глубины залегания дефектов для TOFD-метода составило 3,8 % против 4,23 % для эхо-метода.

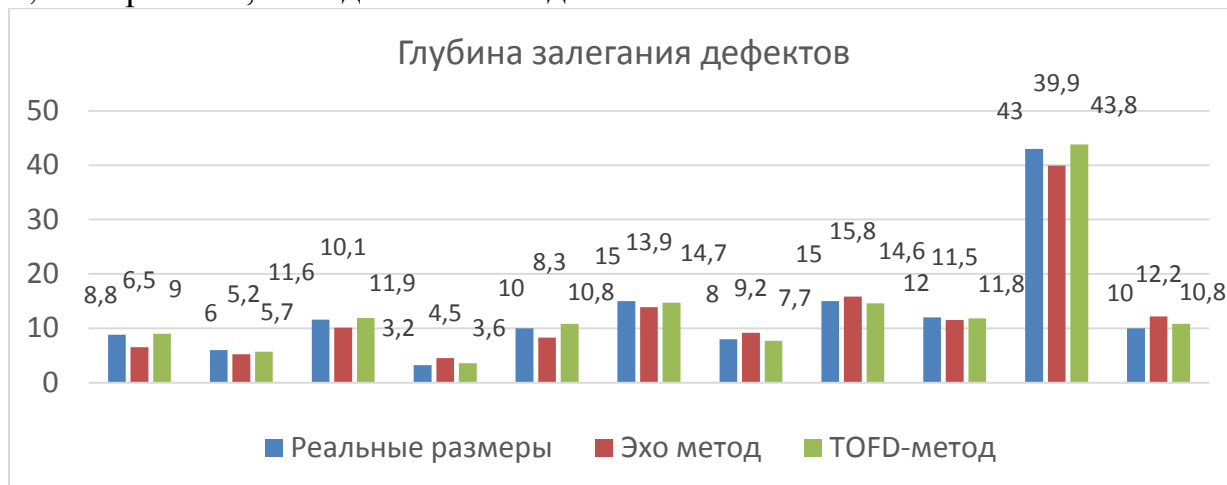


Рис. 1. Измеренные значения глубины залегания округлых дефектов (мм)

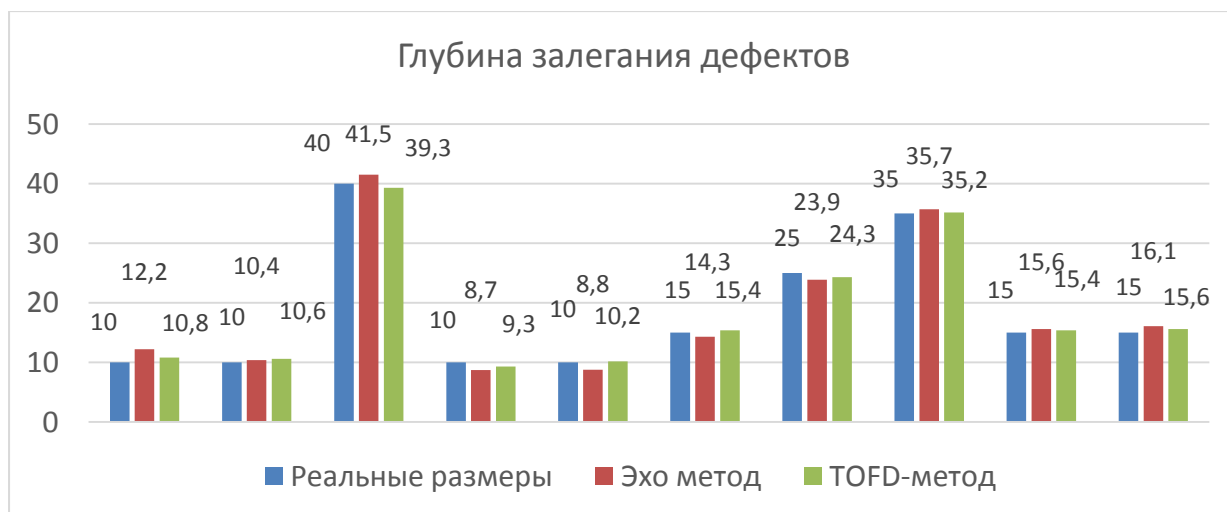


Рис. 2. Измеренные значения глубина залегания плоскостных дефектов (мм)

Анализ погрешностей определения размеров дефектов эхо-методом показывают, что их использование неприемлемо для прочностных методов расчета, кроме того, при контроле на реальных объектах ошибки измерения размеров могут достигать значительно больших величин. Ошибки в измерении размеров дефектов амплитудными методами могут достигать

сотни процентов. Точность измерений зависит не только от характера и особенностей несплошности, но и от критериев самой процедуры оценки высоты дефектов.

Анализируя результаты экспериментов, можно сделать вывод о том, что TOFD-метод обеспечивает высокую достоверность выявления и достаточно высокую точность определения размеров внутренних или поверхностных дефектов. Результаты контроля могут быть положены в основу расчетов на прочность и прогнозирования остаточного ресурса объектов. Таким образом, появляется возможность объективно определить риск дальнейшей эксплуатации объекта с дефектами и обоснованно разработать программу ремонтных работ.

На сегодняшний день актуальным вопросом является оптимизация параметров контроля для конкретных объектов и создание универсальных программно-аппаратных комплексов, позволяющих производить широкий спектр контрольных операций для полной диагностики работоспособности исследуемой конструкции. Практическая реализация TOFD-метода не возможна без применения специализированных механических и автоматизированных сканирующих устройств. Сканеры позволяют увеличить производительность за счет скорости получения первичной информации.

Разработаны схема и конструкция специального сканера, который позволяет проводить контроль объектов различной толщины с оптимальными режимами.

Таким образом, использование TOFD-метода в комплекте с разработанным сканером позволяет:

- сократить время простоя оборудования: для проведения контроля достаточно выполнить только продольное сканирование;
- повысить достоверность и информативность контроля, так как выявляются и измеряются трещины практически любой ориентации;
- выявлять и измерять размеры дефектов на труднодоступных участках объектов, что обеспечивается небольшими размерами применяемого сканера;
- принимать обоснованные решения о необходимости замены, ремонта или дальнейшей эксплуатации оборудования, зная тип и фактические размеры (следовательно, и степень опасности) дефектов, выявленных в процессе контроля.