

УДК 620.179

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАКЛОННЫХ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СО СМЕННЫМИ ПРОТЕКТОРАМИ

А. С. ГОРДЕЕВА<sup>1</sup>, А. В. СЕРГЕЕВ<sup>2</sup>, С. С. СЕРГЕЕВ<sup>1</sup><sup>1</sup>Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

<sup>2</sup>ООО «ИНТРАТЕСТ»

Минск, Беларусь

Ультразвуковой контроль материалов и изделий обеспечивает на сегодняшний день наиболее высокую достоверность, производительность и информативность при выявлении дефектов или оценке физико-механических свойств. Традиционными объектами контроля в энергетике, нефтехимической отрасли и в машиностроении являются металлические прутки и трубы различного типоразмера по диаметру и толщине стенок. Все эти объекты отличаются кривизной поверхности и требуют применения специальных приемов обеспечения качественного акустического контакта с ультразвуковыми преобразователями (ПЭП).

В соответствии с нормативными документами на ультразвуковой контроль объектов типа труб или прутков (ГОСТ Р 55724–2013, ГОСТ Р ИСО 16811–2016, ГОСТ Р ИСО 17640–2016 и др.) в практике необходима притирка призмы наклонных ПЭП до кривизны объекта. Данное требование распространяется на объекты с кривизной поверхности до 225 мм, а иногда до 400 мм. При этом благодаря притертой поверхности достигается стабильный акустический контакт при минимальной толщине смазки.

Опыт дефектоскопистов показывает, что для эффективной работы в лаборатории необходимо иметь на каждый диаметр объекта отдельный ПЭП. Однако, если учесть, с одной стороны, большое разнообразие типоразмеров технологических трубопроводов и, с другой стороны, существенную стоимость отдельных ПЭП, то указанное требование очень дорого обходится для лабораторий неразрушающего контроля. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование сменных насадок-протекторов и стандартных ПЭП с плоской контактной поверхностью.

В данной работе проведены исследования эффективности применения сменных протекторов различной кривизны контактной поверхности для стандартных наклонных ультразвуковых ПЭП. Для изготовления протекторов использовался Anycubic Photon Mono X 3D-принтер, обладающий высокой точностью воспроизведения объектов и высокой скоростью печати. В качестве фотополимерного материала применяли смолу FunToDo Ash Grey NXT GEN, которая после полимеризации обладает достаточно высокой жесткостью и близка по ощущению и свойствам к изделию из литого пластика. Форма

протектора выбиралась такой, чтобы обеспечивалось хорошее крепление на преобразователе с минимальными зазорами (рис. 1). Под контактную поверхность преобразователя в рамку протектора наносили тонкий слой контактного геля. При проведении экспериментов использовали наклонные преобразователи с рабочей частотой 2,5 и 5 МГц, с углами ввода 65 и 70°. В качестве рабочего прибора использовали ультразвуковой дефектоскоп USM GO. Протекторы изготавливали для контроля труб с внешним диаметром 68 и 102 мм, с толщиной стенок 6 и 10 мм соответственно.

Цель исследований – выбор вариантов настройки чувствительности по различным образцам и введение поправок при проведении контроля реальных объектов.

В работе проведено сравнение эффективности настройки чувствительности контроля по следующим методикам:

- на стандартном образце СО-2 преобразователем без протектора с последующей корректировкой чувствительности;
- на стандартном образце СО-2 преобразователем с плоским настроечным протектором;
- на контрольном плоском образце с отражателем в виде зарубки преобразователем с плоским настроечным протектором;
- на контрольном трубном образце с отражателем в виде зарубки преобразователем с рабочим протектором (рис. 2).



Рис. 1. Стандартный наклонный ПЭП и рамочный протектор



Рис. 2. Настройка ПЭП на трубном образце с зарубкой

Исследование указанных методик показали, что все они могут быть использованы для различных ситуаций в зависимости от наличия контрольных образцов (плоских и с кривизной объекта). Поправки по чувствительности в различных методиках не превышали 2...3,5 дБ. Следует учитывать, что при использовании протектора увеличивается протяженность задержки и смещается точка выхода центрального луча. В докладе даются рекомендации по проведению настройки и введению коррекций для установления уровней чувствительности контроля при переходе на реальные объекты.