

10, октябрь

УДК 681.883.02

Измерительный модуль ультразвукового дефектоскопа

*Рагимова С.А., студент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Информационные системы и телекоммуникации»*

*Научный руководитель: Буцев А.А., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Элементы приборных устройств»
bauman@bmstu.ru*

Введение

Звуковая волна – это передающиеся в среде механические колебания частиц. Среда распространения частиц неразрывно связана с видом волны. Например, в жидких и газообразных средах распространяется исключительно продольная волна. Звуковую волну определяют амплитуда и спектр частот, которые не меняются при распространении волны в однородной среде. При встрече с границей другого материала, волна отражается полностью либо частично, что лежит в основе принципа *ультразвуковой дефектоскопии*. Метод ультразвуковой дефектоскопии является одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля, который был предложен С.Я. Соколовым в 1928 году, основанный на исследовании распространения УЗ волны в изделиях, требуемых контроля. Ультразвуковые волны распространяются при частоте 0.5-25 МГц.

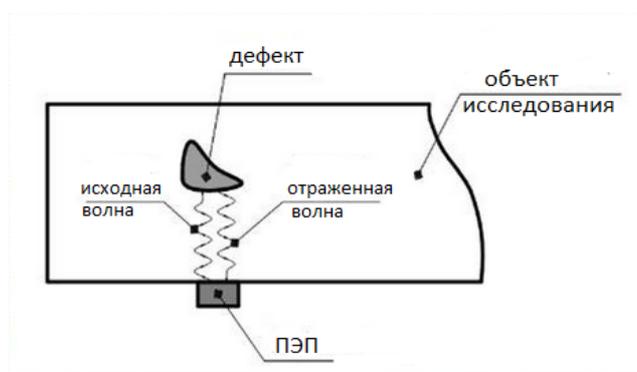


Рис. 1. Принцип действия ПЭП

Выбор метода

Методы УЗД делятся на активные и пассивные. Активные методы заключаются в излучении и приеме акустических волн, когда в пассивном методе фиксируются волны, исходящие от самого контролируемого объекта. Преимущественно, в данном исследовании, брались в расчет активные методы неразрушающего контроля, в частности *эхо-импульсный метод*. За счет простоты и точности определения местоположения дефекта данный метод широко распространен. Роль приемника и излучателя играет один и тот же ПЭП, что является дополнительным критерием при выборе метода контроля.

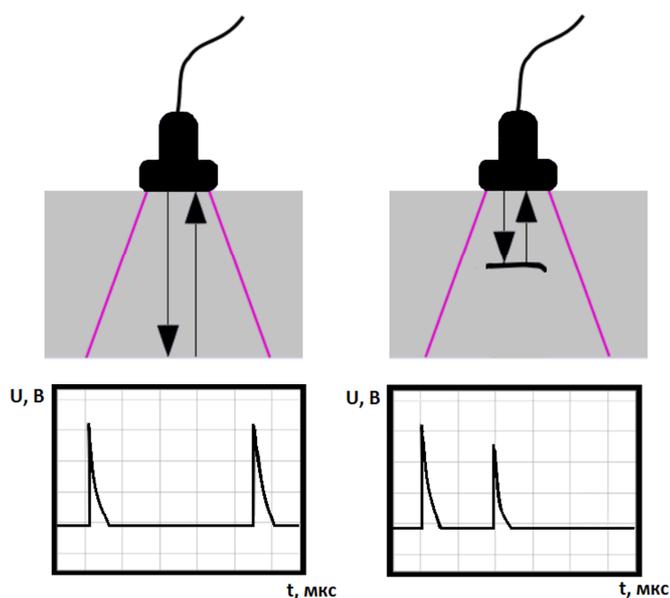


Рис. 2. Эхо-импульсный метод

Эхо-метод основан на сравнении полученных импульсов при отсутствии дефектов в изделии и при их наличии. Как можно заметить на рис. 2, периодичность импульсов уменьшается. Это свидетельствует о том, что волна отразилась от трещины либо пузырька воздуха, образовавшегося при сварке.

Разрешающая способность акустического исследования напрямую зависит от длины испускаемой волны, которая, в свою очередь, зависит от ее частоты. При размере дефекта меньше четверти длины волны дифракция превалирует над отражением, что обязывает уменьшить длину волны. Но на высоких частотах растет скорость затухания волны, что значительно уменьшает область исследования. Вследствие этого наиболее применимы частоты в диапазоне 0.5-10 МГц. Величина отраженной энергии волны

зависит от коэффициента отражения, определяющийся акустическим импедансом двух материалов.

Акустический импеданс – это свойство материала, определяющееся произведением скорости распространения звука в среде и ее плотности.

Этот процент отраженной энергии определяется формулой:

$$\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} = R,$$

где Z_1 , Z_2 – акустические импедансы материалов;

R – коэффициент отражения

Преобразователь

Устройство, применяемое в данной области, называется ультразвуковым дефектоскопом, в состав которого входит пьезоэлектрический преобразователь.

Основным элементом ПЭП является пьезопластина, благодаря которой происходит возбуждение и принятие ультразвуковых волн. Осуществляется это посредством пьезоэлектрического эффекта.

Пьезоэлектрический эффект – это эффект возникновения поляризации диэлектрика под действием механических воздействий (прямой пьезоэлектрический эффект)/возникновение механических колебаний под действием электрического поля (обратный пьезоэлектрический эффект).

К металлизированной пластине подсоединены провода, при помощи которых подается переменное напряжение. Пластина, подверженная возникшему электрическому полю, начинает деформироваться в такт напряжению, за счет чего создается и передается в окружающую среду волна. Это реализуется благодаря обратному пьезоэлектрическому эффекту. Соответственно, прием волны – прямому пьезоэлектрическому эффекту.

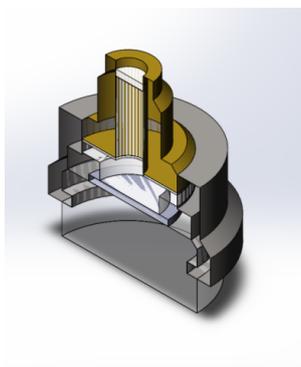


Рис. 3. Измерительный модуль

На рис. 3 представлен сконструированный мной измерительный модуль, служащий приемником и излучателем УЗК.

Основание датчика, называемое призмой, изготавливается из плексигласа, поликарбоната или капролона, которые имеют низкую скорость звука (≈ 300 м/с). Призма, за счет ее свойств, служит *акустической задержкой*. Акустическая задержка увеличивает время прохождения волны для возможности обнаружения отклонений от нормы. Над призмой располагается пьезокристалл, преимущественно выполняемый из цирконаттитаната свинца (ЦТС) и титаната бария, которые сохраняют свои пьезоэлектрические свойства при высоких температурах, нерастворимы в воде и значительно дешевле кристаллов сегнетовой соли и кварца. *Демпфер*, плотно прилегающий к пьезопластине, служит для ослабления свободных колебаний и «шумов» в пластине после прекращения подачи электрического напряжения. Материал демпфера представляет собой полимерную композицию, включающую эпоксидную смолу, а также порошок вольфрама зернистостью 40-80 мкм, порошок электрокорунда зернистостью 400-1000 мкм и полые микросферы зернистостью 50-100 мкм. Корпус модуля сделан из высоколегированной стали марки 03X17H14M3.

Заключение

Данная тема была выбрана предметом исследования по причине ее актуальности в настоящее время. Немаловажна область применения метода: детали турбин и двигателей внутреннего сгорания, детали автомобилей, паровозов и самолетов, рельсы, поковки, листовые материалы, трубопроводы, крепежные шпильки, заклепочные соединения котлов и другое. Исследования показали, что метод ультразвуковой дефектоскопии используется для контроля практически всех типов сварных соединений в трубопроводах толщиной основного материала более 4 мм. Более того, при контроле сварных швов большой толщины, выполненных электрошлаковой сваркой, сварных соединений арматуры железобетонных конструкций ультразвуковая дефектоскопия является единственно приемлемым методом контроля. Метод ультразвукового контроля не повреждает исследуемый объект, что является одним из основных его преимуществ, является безопасным для наблюдающего в сравнении с рентгеновской дефектоскопией, экономичен, обладает возможностью контроля как металлов, так и неметаллов, а ко всему прочему занимает немного времени.

Список литературы

1. Алешин Н.П., Лупачев В.Г. Ультразвуковая дефектоскопия: справочное пособие. Мн.: Вышая Школа 1987. 271 с.
2. Сорокин В.Г., Гервасьев М.А., Палеев В.С. Стали и сплавы. Марочник: справочник / под ред. В.Г. Сорокина. 2001. 608 с.
3. Шарапов В.М., Полищук Е.С., Кошевой Н.Д., Ишанин Г.Г., Минаев И.Г., Совлуков А.С. Датчики: справочное пособие / под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. М.: Техносфера, 2012. 624 с.
4. Потапцев И.С., Буцев А.А., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учебное пособие / под ред. И.С. Потапцева. В 2 ч. Ч. 1. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 78 с.