

УДК 69:620.179.1.08

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП

Лепская М. В.

Научный руководитель Жуковская Т. Е., старший преподаватель

К дефектам относятся нарушения сплошности или однородности структуры, зоны коррозионного поражения, отклонения химического состава, размеров и прочее.

Дефектоскоп – устройство для обнаружения дефектов в изделиях из различных металлических и неметаллических материалов методами неразрушающего контроля [1].

Классификация приборов неразрушающего метода контроля:

1 Акустические. Бывают реверберационные, акустико-эмиссионные, велосиметрические и пр. Основными же являются:

1.1 Импульсные ультразвуковые (далее УЗ) дефектоскопы. Основываются на посыле в изделие коротких ультразвуковых импульсов и регистрации каких-либо параметров отраженного сигнала. К примеру, при эхо-методе регистрируют интенсивность и времена прихода сигналов, а при теновом методе – энергию колебания или фазу.

1.2 Импедансные дефектоскопы. Принцип работы основан на определении отличия полного механического сопротивления (импеданса) дефектного участка по сравнению с доброкачественным.

1.3 Резонансные дефектоскопы. Основаны на определении собственных резонансных частот упругих колебаний при возбуждении их в изделии.

2 Магнитно-порошковые дефектоскопы. Принцип действия основан на создании поля рассеяния над дефектами с последующим выявлением их магнитной суспензией. Наибольшая плотность магнитных силовых линий поля рассеяния наблюдается непосредственно над трещиной и уменьшается с удалением от нее. Сначала намагничивания отдельные контролируемые участки, после на поверхность детали наносят магнитный порошок, а под действием сил действующих на частицы, они притягиваются к трещине и накапливаются над ней.

3 Вихретоковые дефектоскопы. В основе метод вихревых токов, т.е. возбуждение вихревых токов в зоне контроля и регистрация изменений электромагнитного поля вихревых токов.

4 Феррозондовые дефектоскопы. При движении феррозонда (чувствительного элемента, реагирующего на изменение магнитного поля) вдоль изделия вырабатываются импульсы тока, форма которых зависит от наличия дефектов в изделии.

5 Электроискровые дефектоскопы. Основаны на электрическом пробое воздушных промежутков между касающимся поверхности изоляционного покрытия щупом, подключенным к одному полюсу источника высокого напряжения, и диагностируемым объектом, подключенным к земле.

6 Термоэлектрические дефектоскопы. Основаны на измерении электродвижущей силы, в замкнутой цепи при нагреве места контакта двух разнородных материалов. Если один из этих материалов принять за эталон, то при заданной разности температур горячего и холодного контактов величина и знак термоэдс будут определяться химическим составом второго материала.

7 Радиационные дефектоскопы. Осуществляется облучение объектов рентгеновскими, α -, β - и γ -лучами, а также нейтронами. Радиационное изображение дефекта преобразуют в радиографический снимок, электрический сигнал или световое изображение.

8 Инфракрасные дефектоскопы. Используют инфракрасные (тепловые) лучи для обнаружения непрозрачных для видимого света включений.

9 Радиоволновые дефектоскопы. Основаны на проникающих свойствах радиоволн сантиметрового и миллиметрового диапазонов.

10 Электронно-оптические дефектоскопы. Основа – определение характеристик коронных и поверхностно-частичных разрядов, а также их зависимостей от величины напряжения и степени загрязнения изоляции.

11 Капиллярные дефектоскопы. Основаны на искусственном повышении свето- и цветоконтрастности дефектного участка относительно неповреждённого. Позволяют обнаруживать невооружённым глазом тонкие поверхностные трещины и другие несплошности материала [2,3].

Ультразвуковая дефектоскопия базируется на свойствах ультразвука проникать в различные среды и отражаться от границы раздела сред и основывается на явлении пьезоэффекта. Сущность его состоит в том, что сжатие пластины из пьезоматериала приводит к возникновению на ее поверхностях электрических зарядов. Это явление называется прямым пьезоэффектом. Если же пластину поместить в переменное электрическое поле, то ее толщина будет колебаться с частотой изменения поля. Такой пьезоэффект называется обратным. Эти явления позволяют преобразовывать электрические сигналы в ультразвуковые колебания и обратно. Наибольший эффект пьезопреобразователя достигается при равенстве собственной частоты пьезопластины и частоты приложенного электрического поля (резонансе) [4].

Рассмотрим простейший дефектоскоп. Он состоит из генератора радиоимпульсов, сигнализатора дефектов, широкополосного усилителя, устройства временного выравнивания амплитуды, стабилизатора напряжения питания и преобразователя (видеоусилитель, экран) (рисунок 1).

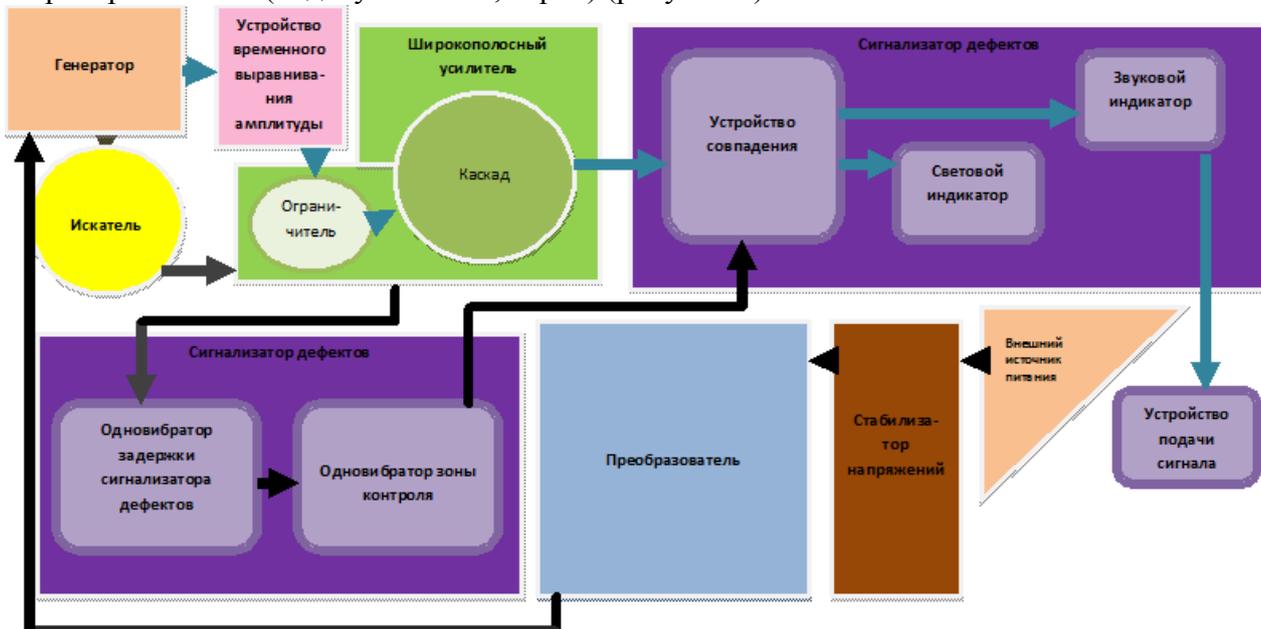


Рисунок 1 – Принципиальная схема дефектоскопа

Искатель дефектоскопа изготовлен из органического стекла. Пьезопластины выполнены из титаната бария. Предварительно подогнанные по размерам, а следовательно, и по частоте пластины приклеивают в щели эпоксидным клеем.

Генератор синхронизирующих импульсов обеспечивает синхронизацию работы узлов дефектоскопа, предназначен для формирования высокочастотных электрических импульсов, используемых для возбуждения УЗ колебаний в преобразователе искателя.

Высокочастотные электрические колебания пьезопластиной преобразователя трансформируются в механические, которые вводятся в контролируемый объект. При отсутствии дефекта в контролируемом изделии импульс дойдет до нижней поверхности изделия, отразится от нее и возвратится, если на пути прохождения ультразвука встретится дефект, то часть волн отразится от него раньше.

Приемно-усилительный тракт дефектоскопа предназначен для усиления и детектирования сигналов, регистрируемых приемным преобразователем.

Автоматический сигнализатор дефектов управляет дополнительными индикаторами. В этом блоке осуществляется временная селекция сигналов, поступающих на его вход с выхода усилительного тракта. Это необходимо для того, чтобы на дополнительные индикаторы дефектоскопа не поступал зондирующий импульс, а также эхо-сигналы от несплошностей, расположенных вне контролируемого слоя. Принцип временной селекции состоит в том, что на выход селектора (каскада совпадений) приходят только те сигналы, которые совпадают по времени со специально сформированным селектирующим (стробирующим) импульсом, временное положение которого соответствует распространению УЗ-колебаний в заданном слое.

Простейшие дефектоскопы (рисунок 2) имеют два режима работы: «Поиск» и «Оценка». Это позволяет сначала определить наличие дефекта, а затем его расположение.

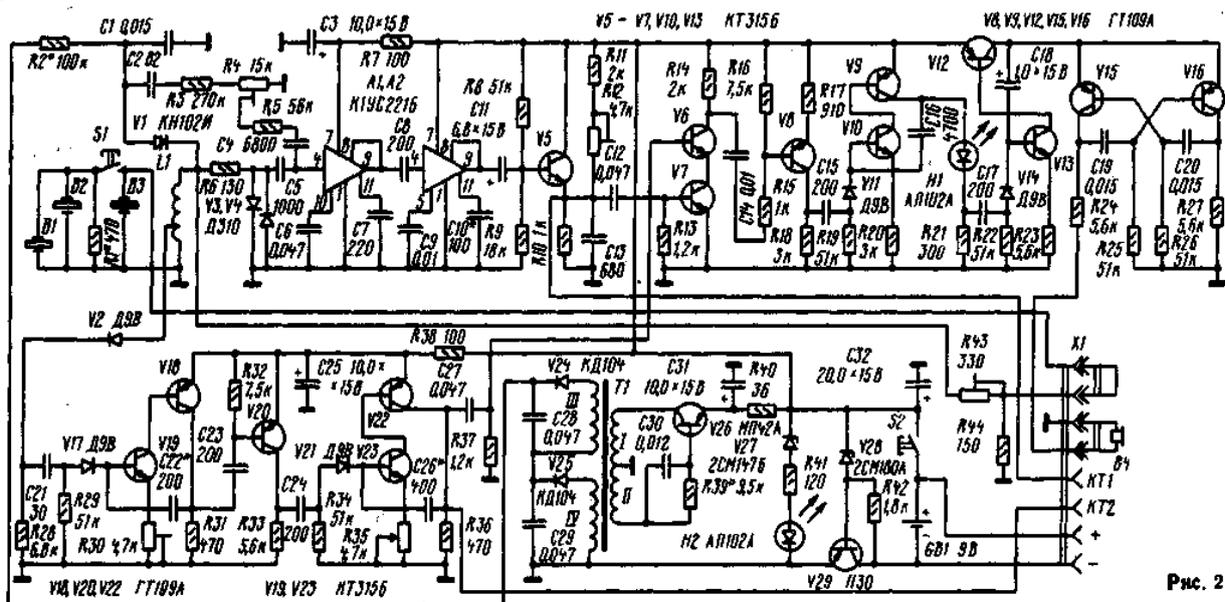


Рис. 2

Рисунок 2 – Электронная схема дефектоскопа

Разъем X1 служит для подключения внешнего искателя и источника питания, а также автоматизированных и полуавтоматизированных установок при работе дефектоскопа в комплекте с ними.

Импульс тока, проходящий через динистор V1, возбуждает в контуре L1B3 в режиме «Поиск» или L1B1-B3R1 в режиме «Оценка» радиоимпульс. Его длительность составляет 0,4 мкс. Чувствительность прибора в режиме «Оценка» устанавливают резистором R43.

Стабилизатор на транзисторе V29 и преобразователь на транзисторе V26 и диодах V24, V25 обеспечивают дефектоскоп необходимыми напряжениями питания.

Короткий радиоимпульс преобразуется пьезопластинами B1-B3 искателя в импульс УЗ колебаний, которые через слой контактирующей жидкости распространяются в материале в виде расходящегося пучка поперечных волн. УЗ колебания, отраженные от дефекта, в свою очередь, воздействуют на пьезопластины

V1-V3, возбуждая в них ЭДС, которая усиливается, преобразуется и подается на сигнализатор дефектов.

Снятый с части катушки L1 радиоимпульс преобразуется диодом V2 в положительный импульс, который запускает одновибратор задержки сигнализатора дефектов на транзисторах V18, V19. Длительность импульса одновибратора зависит от положения движка резистора R30. Продифференцированный импульс одновибратора, прошедший через инвертор на транзисторе V20, включает одновибратор «зоны контроля» сигнализатора на транзисторах V22, V23. Длительность импульса этого одновибратора регулируют резистором R35 (расстояние до дефекта). С коллектора транзистора V22 импульс поступает на базу транзистора V6 устройства совпадения на транзисторах V6, V7 сигнализатора.

Если в «зоне контроля» встречается дефект, импульс, отраженный от него и преобразованный пьезопластинами V1-V3, усиливается широкополосным усилителем на микросхемах A1, A2. Для защиты усилителя от перенапряжений по входу включен двусторонний ограничитель на диодах V3, V4. Далее радиоимпульс детектируется и ограничивается в каскаде на транзисторе V5 сигнализатора дефектов и воздействует на базу транзистора V7 устройства совпадения. Резистором R12 можно изменять порог ограничения импульсов в детекторе-ограничителе. С коллектора транзистора V8 положительный импульс запускает сначала одновибратор светового (транзисторы V9, VI0), а затем одновибратор звукового (V12, V13) индикаторов, сигнализирующих о наличии дефекта в «зоне контроля». Звуковой индикатор, кроме одновибратора-расширителя импульсов, содержит мультивибратор на транзисторах V15, V16. При наличии дефекта кратковременно загорается светодиод H1 (дефект) и звучит сигнал в телефонах B4.

Для выравнивания чувствительности прибора по глубине залегания дефектов в дефектоскоп введено устройство временного выравнивания амплитуды радиоимпульсов на элементах R3R4C3. Оно формирует импульсы поступающие на вход микросхемы A1.

Литература

1. Технические средства диагностирования : справочник / П.П. Пархоменко [и др.]; под ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.
2. Научно-производственный центр неразрушающего контроля [Электронный ресурс] / ООО НПЦ «Кропус». – Ногинск, 2011. – Режим доступа: <http://www.kropus.com/products/>. – Дата доступа: 15.04.2013.
3. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов: ГОСТ 18353-79. – М.: Госстандарт, 1980. – 12 с.
4. «Ультразвуковые технологии и аппараты» – официальный сайт Лаборатории акустических процессов и аппаратов Бийского технологического института [Электронный ресурс] / ООО «Центр ультразвуковых технологий». – Бийск, 1994. – Режим доступа: <http://ultrasonic.ru/book/export/html/900>. –Дата доступа: 15.04.2013.