

С.Г. ЛЬВОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ", Харьков;
Л.В. ГЛЕБОВА, аспирант, НТУ "ХПИ", Харьков

МАКЕТ ПРИБОРА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ЕМКОСТНЫМ СПОСОБОМ

В работе разработан макет устройства для ультразвукового контроля емкостным способом. Описаны требования к аппаратуре, которая используется. А также предложены устройства, которые полностью удовлетворяют этим требованиям.

В роботі розроблено макет пристрою для ультразвукового контролю ємнісним способом. Описані вимоги до апаратури, що використовується. А також були запропоновані пристрої, які повністю задовольняють цим вимогам.

In the work the device for ultrasonic testing of capacitive method is developed. The requirements for equipment was described. Also offered are products that fully meet these requirements.

Введение. Одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля является метод возбуждения и приема акустических волн с использованием пьезоэлектрического преобразователя (ПЭП). Однако, на ряду с очевидными преимуществами, он обладает и рядом недостатков: контактность, сложность контроля загрязненных поверхностей. Альтернативным методом является бесконтактный емкостной метод неразрушающего контроля. Согласно работе [1] чувствительность возбуждающего емкостного преобразователя (ЕП) в 10^{-4} раз меньше чем у ПЭП. Однако, как показали теоретические [2] и экспериментальные [3] исследования этот метод обладает достаточной чувствительностью для проведения контроля. При реализации возбуждения и приема ультразвуковых колебаний емкостным способом, к возбуждающей и приемной аппаратуре необходимо предъявлять достаточно жесткие и одновременно противоречивые требования.

Основная часть. Противоречивость требований заключается в том, что с одной стороны для обеспечения возбуждения акустической волны в объекте контроля с помощью емкостного преобразователя необходимо создать высокочастотный генератор синусоидальных колебаний с амплитудой выходного сигнала более 500 В. С другой стороны, приемное устройство (конденсаторная пластина) и предварительный усилитель, обеспечивающий процесс преобразования акустического сигнала в электрические импульсы, необходимо синхронизировать с возбуждающим генератором в широком диапазоне периода следования электрических импульсов генератора, что непосредственно связано с толщиной и материалом исследуемого образца. При этом, сигнал генератора возбуждающего электрического поля, поступающий на приемное устройство

в 10^3 больше, чем непосредственно сигнал с приемного преобразователя, полученный вследствие приема акустических колебаний. Поэтому, необходимо обеспечивать запирающие вход усилителя на время подачи возбуждающих импульсов. При приеме на ЕП необходимо подавать постоянное напряжение не менее 100 В. Данное условие требует создания специального высокостабильного по амплитуде генератора разнополярных поляризующих импульсов с варьируемой скважностью.

Таким образом, при проектировании реальных устройств ультразвукового неразрушающего контроля с использованием емкостного способа возбуждения и приема ультразвуковых колебаний необходимо выполнить следующие задачи: создать генератор возбуждающих колебаний с пакетом синусоидальных электрических колебаний несущей частоты; создать источник поляризующего напряжения; разработать входное устройство, которое будет запирает приемный тракт на время подачи зондирующего импульса и предварительный усилитель для согласования уровней выходного сигнала. Для управления работой установки, создания стробирующих импульсов необходимо разработать устройство синхронизации работы системы возбуждения и приема ультразвуковых колебаний.

На рис. 1 приведена структурная схема макета для ультразвукового контроля емкостным способом. На зондирующий емкостной преобразователь (ЗЕП) состоящий из обкладки конденсатора 1, диэлектрической прослойки 2 и объекта контроля (ОК), представляющего собой вторую обкладку конденсатора, подается поляризующее напряжение порядка 1000 В с генератора поляризующих импульсов ГПИ. Также на пластину конденсатора с генератора возбуждающих импульсов ГВИ подается пакет синусоидальных импульсов в мегагерцовом диапазоне частот и амплитудой около 1000 В. На рис.2 приведены временные диаграммы работы макета для ультразвукового контроля емкостным способом. На диаграмме изображены поляризующие импульсы (а) и пакетные импульсы (б). Здесь T – период зондирования ОК, τ – время, на протяжении которого принимаются акустические импульсы из ОК. Работой ГВИ и ГПИ управляет устройство синхронизации УС. При подаче зондирующего импульса на приемной пластине приемного емкостного преобразователя (ПЕП) за счет прямой передачи электрического сигнала наводится сигнал, который может привести к повреждению приемного канала установки. Для исключения этого во входном устройстве ВУ происходит запирающее входной цепи на время прохождения зондирующего импульса под влиянием управления УС. В системе ЗЕП – ОК – ПЕП происходит преобразование электрического сигнала в акустическую волну, прохождение ее по ОК и вторичное преобразование акустической волны в электрический сигнал. Сигнал после такого преобразования приходит позже сигнала наведенного зондирующими импульсами, что позволяет разделить их по времени. Для этого УС формирует стробирующий импульс с длительностью $\tau_{СТР}$ (рис. 2 в), который

отпирает во входном устройстве приемный канал. Сигнал с ЕП поступает на предварительный усилитель У. Выходной сигнал после предварительного усиления поступает на осциллограф О. При использовании двухканального осциллографа на второй канал можно подавать сигнал с генератора возбуждающих импульсов. На рис. 2 г изображен принятый сигнал, прошедший через ОК, где $\tau_{\text{П}}$ – время прохождения акустической волны через ОК, $U_{\text{П}}$ – амплитуда принятого сигнала.

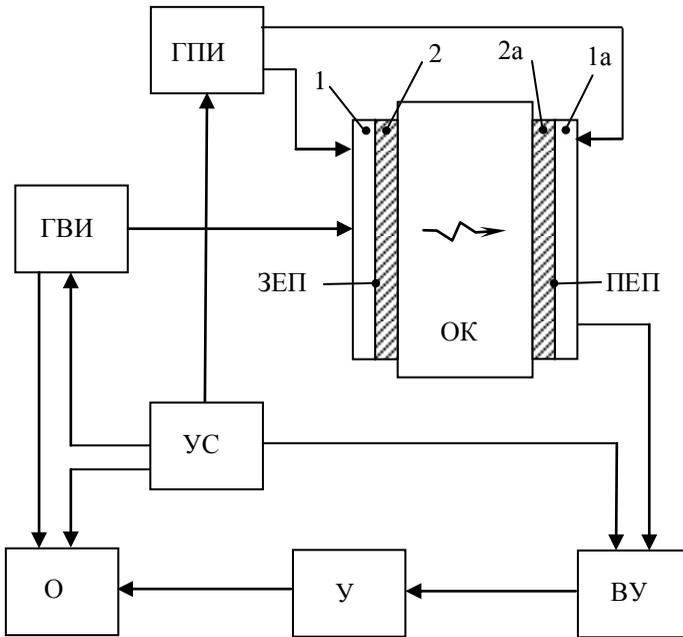


Рис. 1. Структурная схема макета для ультразвукового контроля емкостным способом теньевым методом

При проведении экспериментальных исследований осциллограф можно заменить серийным дефектоскопом в качестве приемного устройства, выходного индикатора и устройства синхронизации. Для реализации емкостного способа контроля с применением дефектоскопа требуются внешние генератор поляризующих импульсов, генератор возбуждающих высокочастотных импульсов и предварительный усилитель для согласования по уровню выходного сигнала ЕП и входного канала дефектоскопа.

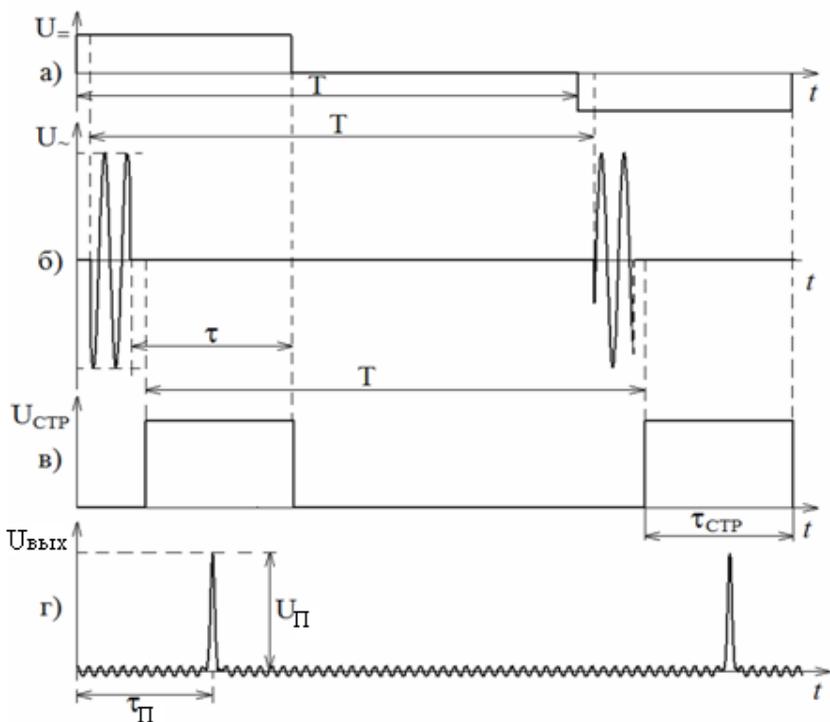


Рис. 2. Временные диаграммы работы макета для ультразвукового контроля емкостным способом

Выводы: разработанная установка удовлетворяет требованиям, предъявляемым к возбуждающей и приемной аппаратуре, и позволяет реализовать емкостной способ неразрушающего контроля теньвым методом. Диапазоны амплитуд генераторов, частотные и временные характеристики определяются параметрами ОК и для конкретных схем контроля могут различаться, но можно построить и универсальную установку.

Список литературы: 1. Ермолов И. Н. Теория и практика ультразвукового контроля. – М.: Машиностроение, 1981. 240 с. 2. Григорьев А.Л., Тюпа И.В., Глебова Л.В. Теория работы емкостного датчика возбуждения акустических колебаний в упругих средах. – Вестник НТУ «ХПИ», 2010, №68, – с.38-51 3. Сучков Г.М., Глебова Л.В. Дослідження факторів, які впливають на збудження акустичних імпульсів емнісним способом. – Вісник НТУ «ХП». – Харків: НТУ «ХП», 2008, №48, – с. 116-123.

Надійшла до редакції 15.04.12