

МАЛОГАБАРИТНАЯ ЭМА ПРИСТАВКА К СЕРИЙНОМУ УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ДЕФЕКТОСКОПУ

Г. М. СУЧКОВ, С. В. ХАЩИНА, А. В. ДЕСЯТНИЧЕНКО

Нац. техн. ун-т «ХПИ». 61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21. E-mail: omsroot@kpi.kharkov.ua

Описана универсальная ЭМА приставка для стандартных УЗ дефектоскопов и толщиномеров. Прибор позволяет повысить выявляемость дефектов, увеличить производительность контроля, при этом не требуется специальная зачистка поверхности изделия. Приведены основные технические характеристики приставки и описание ее компонентов: блока управления (формирователя радиосигналов), силового усилителя (генератора зондирующих импульсов), предварительного усилителя с узкополосным фильтром, органов управления и отображения настроек. Приставка позволяет плавно регулировать основные параметры выходных сигналов: частоты в пакете возбуждения от 0,2 до 1,5 МГц, частоты следования от 40 Гц и до частоты, ограниченной подключенным дефектоскопом, количества периодов частоты заполнения в пакете от 1 до 10, выходную мощность от 0 до 100 %. Приставка имеет широкий спектр применения в комплексе с различными приборами и преобразователями практически любого типа, в том числе пьезоэлектрическими, что позволяет повысить чувствительность контроля. Показан пример применения прибора со стандартным серийным дефектоскопом при контроле волнами Рэлея цилиндрического образца на наличие поверхностных и подповерхностных дефектов. Показано, что на расстоянии до 1 м выявляются модели трещин глубиной от 0,2 мм и более. Приставка имеет малые габариты и массу, общее энергопотребление приставки составляет не более 15 Вт, что является определяющим критерием при использовании ее в полевых условиях.

Ключевые слова: ультразвуковой дефектоскоп, ЭМА приставка, поверхностный дефект, волна Рэлея, бесконтактный контроль, ЭМА преобразователь

Металлургия – базовая отрасль народного хозяйства Украины – обеспечивает более 25 % промышленного производства. В мировом производстве чёрной металлургии доля Украины, по данным Международного института чугуна и стали, составляет 7,4 % [1]. Металлургия снабжает конструктивным материалом основные отрасли промышленности – машиностроение, транспорт, обрабатывающую промышленность, нефтегазовую и др. При этом требования к качеству металлопродукции постоянно повышаются, объемы производства, а следовательно, и контроля растут [2]. Десятки миллионов тонн металлопродукции эксплуатируются в сложных условиях, что приводит к появлению опасных дефектов. Наличие дефектов приводит к авариям, и, соответственно, к существенным материальным потерям (рис.1). Современные УЗ дефектоскопы не в полной мере могут обеспечивать выявляемость поверхностных и подповерхностных дефектов [3] изделий с большой поверхностью: листов, труб, заготовок, слябов и т.п. Требуются затратные технологии подготовки объектов контроля (ОК) к проведению контроля [4].

Эффективно позволяют обнаруживать поверхностные дефекты вихретоковые дефектоскопы [5]. Однако они требуют значительного времени на сканирование всей поверхности изделия при проведении контроля.

Улучшить положение возможно за счет использования для контроля поверхностных волн, но при использовании контактного метода не допускается наличие жидкости на контролируемой поверхности.

В настоящее время разработаны, внедрены и эффективно эксплуатируются на ПАТ «МК «Азовсталь», ОАО Нижнетагильский металлургический комбинат», ОАО «Кузнецкий металлургический комбинат», Никопольский трубный завод установки для ЭМА контроля [6, 7]. Однако они в основном используются в автоматических средствах контроля. Указанные системы громоздки, энергозатратны. Следовательно, научно-практическая задача по разработке портативных приборов, которые дополняют имеющиеся серийные УЗ приборы, тем самым значительно расширив их возможности – возможность проведения бесконтактного УЗ контроля корродированных, горячих,



Рис. 1. Излом железнодорожной оси с внутренним дефектом



защищенных покрытием или загрязненных объектов, является актуальной и необходимой для промышленности.

При разработке ЭМА приставки использованы результаты исследований и разработки генераторов для ЭМА установок, предусилителей и ЭМА преобразователей, в том числе предназначенных для контроля волнами Рэля [8]. На базе этой разработки выполнена приставка к серийным дефектоскопам, которая может использоваться как для контроля, так и в качестве стенда для исследований параметров контроля и характеристик материалов изделий. Блок-схема разработанного устройства приведена на рис. 2. Приставка содержит блок управления, в основу которого положен современный микропроцессор. Блок управления тактируется двумя генераторами, один из которых имеет фиксированную частоту, а второй регулируемый. Это дает возможность микропроцессору формировать требуемые сигналы генерации и запуска. При этом все установленные параметры контроля и приборов визуализируются на жидкокристаллическом индикаторе (ЖКИ). Корректировка параметров работы устройства осуществляется через органы управления. Устройство имеет входы-выходы синхронизации и может работать как в режиме запуска от внешнего дефектоскопа, так и в режиме запуска от собственного синхронизатора. Блок управления формирует логические сигналы, которые поступают на вход генератора зондирующих импульсов (ГЗИ) для дальнейшего усиления. После усиления до заданного уровня импульсы возбуждения через соединительный кабель поступают на индуктор ЭМАП. Температура выходных транзисторов ГЗИ фиксируется встроенным датчиком и также отображается на экране. При достижении критической температуры прибор выводит на экран сигнал предупреждения, при дальнейшем ее росте блокирует генерацию УЗК.

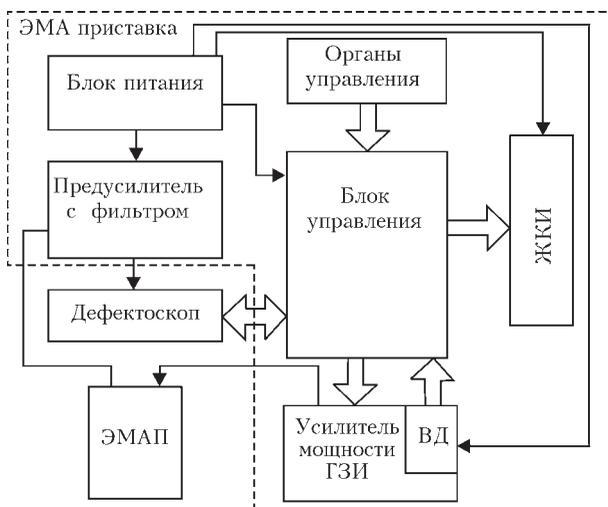


Рис. 2. Блок-схема ЭМА приставки с подключенным дефектоскопом и преобразователем (ВД – встроенный датчик)

Сигналы с приемной катушки ЭМА преобразователя поступают на регулируемый узкополосный предусилитель. Приставка может снабжаться как сетевым, так и автономным блоком питания.

Непосредственно во время генерации и приема УЗК на контрольном образце можно проводить более тонкую подстройку мощности ГЗИ, количества импульсов в зондирующем пакете, частоты генерации и частоты следования зондирующих импульсов. Имея энергонезависимую память, прибор обеспечивает сохранность данных при отключении питания.

Прибор имеет широкие пределы внутренних настроек. При использовании его в режиме запуска можно устанавливать частоту зондирования в широких пределах (от 40 Гц и до частоты, ограниченной подключенным дефектоскопом), с дискретностью в 1 Гц. Это сделано с целью оптимального выбора частоты следования УЗК. При ручном «медленном» контроле низкая частота посылки пакетов импульсов значительно уменьшает энергопотребление прибора, что важно, если он используется в полевых условиях.

Устройство может быть подключено и согласовано с разными датчиками, применение которых может отличаться в зависимости от конкретного ОК и условий технического задания (ТЗ). Имеется регулировка частоты сигнала в пакете возбуждения от 0,2 до 1,5 МГц, при этом неравномерность АЧХ во всем диапазоне не превышает 1,5 дБ (рис. 3, а). Основную частоту пропускания предварительного усилителя $f_{\text{усил.}}$ можно изменять в широких пределах от 0,2 до 1,5 МГц. На рис. 3, б приведено АЧХ при $f_{\text{усил.}} = 0,9$ МГц.

Блок управления устанавливает количество периодов частоты заполнения в пакете, число кото-

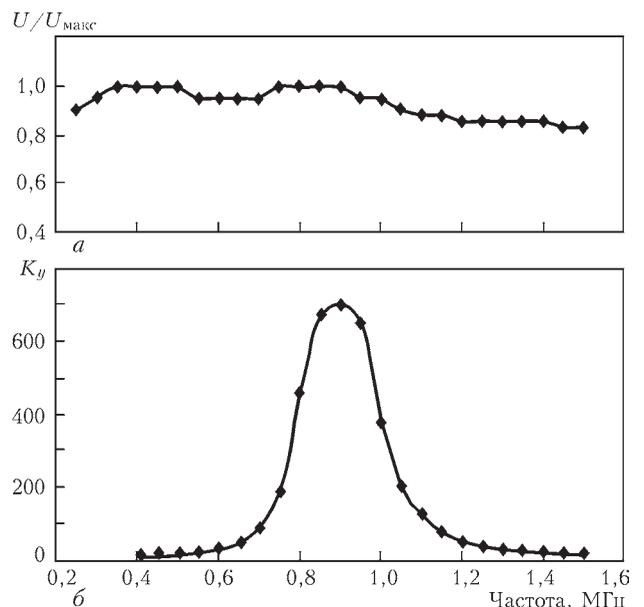


Рис. 3. АЧХ генератора в полосе частот от 0,2 до 1,5 МГц (а) и АЧХ предварительного усилителя при установленной частоте пропускания $f_{\text{усил.}} = 0,9$ МГц (б)



Рис. 4. Дефектоскопический комплект с ЭМА приставкой – контроль трубчатого образца

рых может изменяться от 1 до 10. Это позволяет оптимально настроить акустический тракт для получения максимального сигнала с минимально возможными энергозатратами. В случаях, когда не требуется сигнал значительной мощности, его можно ослабить, воспользовавшись дискретным цифровым регулятором выходной мощности ГЗИ, и тем самым сократить потребление энергии. Установленная мощность ГЗИ (в усл. ед.) отображается на ЖКИ.

Для программирования микропроцессора приставка оснащена интерфейсом JTAG на задней панели устройства.

Приставка может использоваться практически с любым серийным УЗ дефектоскопом. Вариант такого подключения показан на рис. 4. Важно, что разработанный комплект может использоваться как с ЭМА преобразователями, так и пьезоэлектрическими.

В частности, к данной приставке был подключен ЭМАП, возбуждающий и принимающий поверхностную волну Рэлея с частотой 0,9 МГц. В

режиме работы, при частоте следования зондирующих импульсов 125 Гц, 6 импульсов в пакете и 25 кВт пиковой мощности выходного каскада общее потребление приставки составляет не более 15 Вт. При этом на расстоянии 1 м выявляются модели трещин глубиной от 0,2 мм и более.

Выводы

Для увеличения возможностей стандартных контактных дефектоскопов при УЗ труб, листов, заготовок и аналогичных изделий разработана приставка, которая позволяет выявлять дефекты как контактным методом с повышенной чувствительностью, так и бесконтактным ЭМА способом. Прибор позволяет существенно уменьшить расходы на подготовку и проведение УЗ за счет исключения процедур зачистки поверхности ОК.

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Металлургия_Украины
2. Входной контроль качества металла // Металлы и сплавы: Справ. / В. Г. Шипша, В. К. Афонин, Б. С. Ермаков и др. – С.-Пб: НПО «Профессионал», 2003. – С. 84–87.
3. Неразрушающий контроль: Справ.: В 8 т. / Под ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 2003.
4. ГКД 34.17.402–96. Унифицированные методики ультразвукового контроля основного металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов тепловых электростанций. – Киев, 1996. – 23 с.
5. Сучков Г. М., Хомяк Ю. В. Повышение возможностей вихретокового контроля поверхности непрерывно-литых слывов из ферромагнитных сталей // Дефектоскопия. – 2013. – № 1. – С. 79–83.
6. Сучков Г. М., Алексеев Е. А., Захаренко В. В. Энерго- и ресурсосберегающие приборы и технологии неразрушающего контроля // Техн. диагностика и неразруш. контроль. – 2006. – № 4. – С. 29–34.
7. ТУ 14-2-542–83. Рельсы объемно-закаленные Р65, проконтролированные ультразвуковым электромагнитно-акустическим методом в зоне, ограниченной толщиной шейки. – Харьков: УкрНИИМет, 1983. – 9 с.
8. Генератор зондирующих импульсов для ЭМА дефектоскопов / Г.М.Сучков, О.Н. Петрищев, И.В. Чередниченко и др. // Дефектоскопия. – 2012. – № 9. – С. 42–47.

The paper describes an all-purpose EMA-attachment for standard UT flaw detectors and thickness meters. The instrument allows increasing defect detectability, and improving testing efficiency, without requiring any special cleaning of item surface. Main technical parameters of the attachment and description of its components are given. The attachment allows smooth adjustment of the main parameters of output signals: frequency in excitation pack from 0.2 up to 1.5 MHz, repetition rate from 40 Hz and up to frequency limited by the connected flaw detector, number of filling frequency periods in the pack from 1 up to 10 and output power from 0 up to 100%. The attachment has a broad application spectrum in a set with various instruments and transducers of practically any type, also piezo electric ones. The paper gives an example of instrument application with standard batch-produced flaw detector at testing of a cylindrical sample by Raleigh waves for surface and subsurface defects. It is shown that crack models of the depth from 0.2 mm and more are detected at up to 1 m distance. The attachment has small size and weight that is the determinant criterion for its application in the field.

Keywords: ultrasonic flaw detector, EMA attachment, surface defect, contactless testing, EMA transducer

Поступила в редакцию
04.04.2013