

*Г.М. СУЧКОВ*, доктор техн. наук, НТУ «ХП», Харків

*А.В. ДЕСЯТНИЧЕНКО*, преподаватель-стажер, НТУ «ХП», Харків

### ПОРТАТИВНИЙ ЭМА ТОЛЩИНОМЕР ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ

Запропоновано електромагнітно-акустичний товщиномір для контролю металовиробів. Діапазон вимірюваних товщин складає 1-100мм. Пристрій відрізняється невеликими розмірами при високих показниках. В пристрої використані новаторські рішення.

Electromagnetic-acoustic thickness gauge for metal material testing has been proposed. Measurable thickness range is 1 - 100 mm. The device has small dimensions, and high characteristics. The device used many innovative solutions.

**Введение.** Использование традиционных методов ультразвукового контроля толщины недостаточно эффективно, или вовсе невозможно, из-за присущих им недостатков [1]. Эти методы требуют предварительной специальной подготовки поверхности проверяемых изделий, использования специальных контактных жидкостей. Они не позволяют проводить измерения через защитные покрытия. Электромагнитно-акустические (ЭМА) методы контроля имеют значительные преимущества по сравнению с традиционными методами контроля, и лишены перечисленных недостатков. Это обуславливает их все большее распространение в промышленности и других областях, где применяется неразрушающий контроль. Номенклатура выпускаемых приборов, использующих ЭМА метод весьма скудна, существующие образцы довольно дороги, а их характеристики по чувствительности и допустимому уровню зазора между датчиком и объектом контроля (ОК) не высоки, что обуславливает актуальность задачи разработки современного ЭМА толщиномера [2].

**Основная часть.** По результатам ряда проведенных исследований [5-10, 12, 16, 17], а также основываясь на опыте создания и испытания отдельных модулей [3, 4, 11, 15], был разработан цифровой толщиномер для бесконтактного контроля металлоизделий с толщинами от 1 до 100 мм. Толщиномер помещается в эргономичном малогабаритном корпусе удобной для использования формы. Длина корпуса составляет 22 см, ширина, ввиду особенностей конфигурации корпуса, по всей длине различна, и колеблется от 8 до 11 см. Вес прибора с источниками питания не превышает 0.8 кг.

Структурная схема прибора показана на рис. 1. Толщиномер состоит из блоков обработки и управления, ввода, усилителя зондирующего сигнала, подключения цифровых интерфейсов и питания.

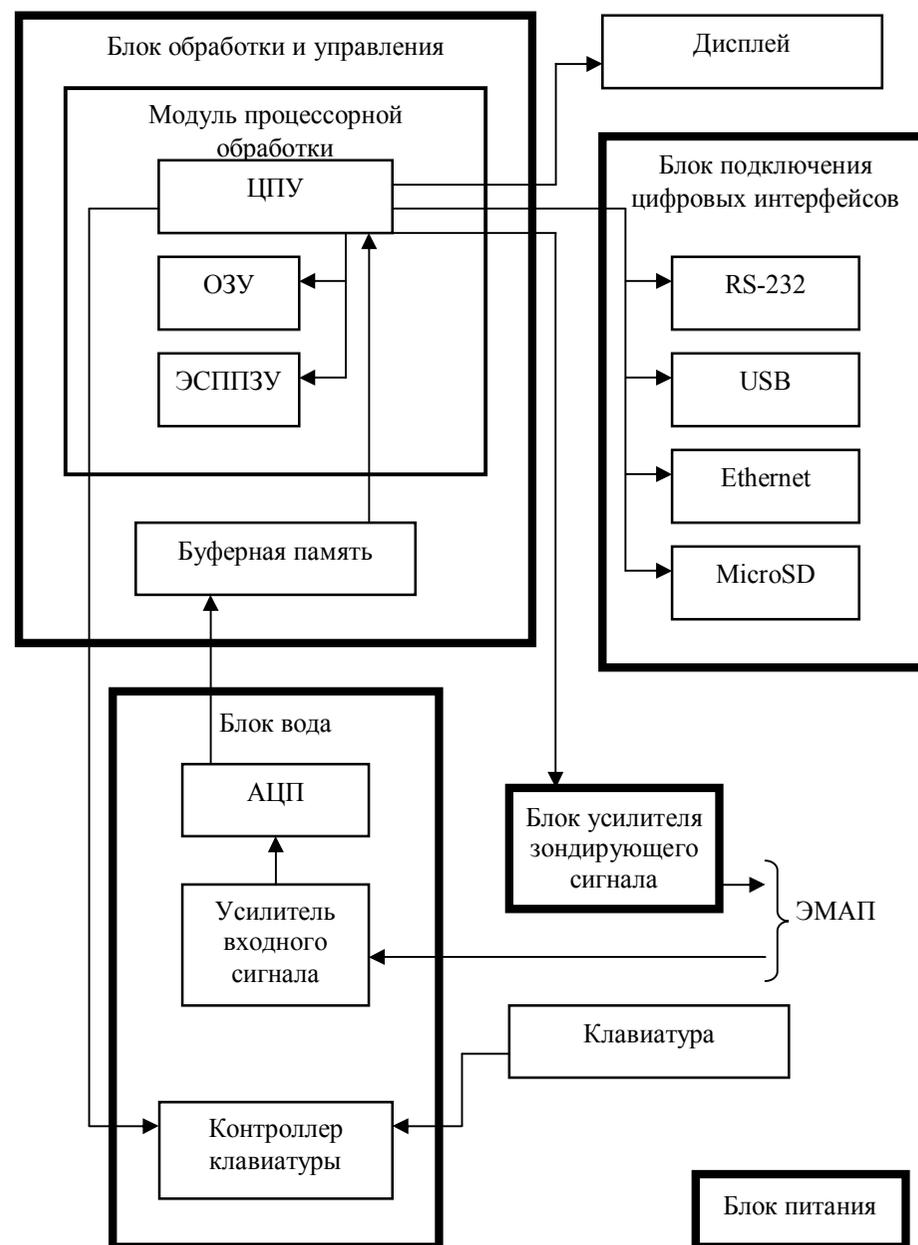


Рис. 1. Структурная схема ЭМА-толщиномера

Модуль процессорной обработки состоит из центрального процессорного устройства (ЦПУ), подключенных к нему оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) и электронно-стираемого программируемого постоянного запоминающего устройства (ЭСППЗУ). ОЗУ служит для хранения текущих данных. Результаты измерений и настройки прибора могут быть записаны в ЭСППЗУ, где они будут храниться постоянно, даже после отключения питания прибора, пока не будут удалены оператором. В любой момент времени сохраненные данные могут быть прочитаны и выведены на экран.

Модуль процессорной обработки выполнен на отдельной плате, которая подключается к блоку обработки и управления. Также в этом блоке расположена буферная память, которая служит для хранения данных, переданных аналогово-цифровым преобразователем (АЦП), пока их не считывает ЦПУ.

Блок ввода состоит из АЦП, к которому подключен усилитель входного сигнала [5, 13]. Сигнал с ЭМА преобразователя поступает на этот усилитель, где он усиливается и далее оцифровывается АЦП. Усилитель имеет перестраиваемый коэффициент усиления, что позволяет выполнять подстройку в зависимости от материала, качества его поверхности и зазора между материалом и датчиком. Работой усилителя управляет ЦПУ.

Также в состав блока ввода входит контроллер клавиатуры. Контроллер обрабатывает состояния кнопок клавиатуры и отправляет данные к ЦПУ.

Усилитель зондирующего сигнала [3, 5] конструктивно выполнен в виде отдельного блока. Зондирующий сигнал, специального вида, формируемый ЦПУ, усиливается этим усилителем и подается на ЭМА преобразователь [11]. Благодаря гибкости программ, функционально реализуется возможность в широких пределах изменять характеристики зондирующего сигнала (частоту заполнения, количество импульсов, частоту следования), благодаря чему можно выполнять более тонкую подстройку параметров контроля, в зависимости от условий измерений.

Для связи с персональным компьютером (ПК) и подключения дополнительных модулей flash-памяти служит блок внешних интерфейсов. В состав блока входят модули для связи по интерфейсам RS-232 и USB, а также модуль для подключения к сети Ethernet. Процессом измерений можно управлять при помощи ПК, а результаты текущих измерений отображать непосредственно на экране монитора. Также можно просматривать сохраненные результаты измерений проведенных ранее. Высокоскоростной интерфейс Ethernet позволяет передавать результаты измерений в реальном времени, поэтому прибор может использоваться в составе комплекса контроля на производстве.

Также, блок внешних интерфейсов содержит модуль для подключения дополнительной памяти – карт памяти MicroSD. Благодаря этому, внутренняя память для записи результатов измерений и настроек прибора может быть значительно расширена.

Для формирования ряда необходимых напряжений служит блок питания. Питание каждого из блоков коммутируется отдельно, и неиспользуемые блоки и модули могут быть временно отключены, для экономии запаса энергии.

В качестве источника питания может применяться внешний блок питания или 8 химических элементов АА (пальчиковая батарейка). Использование стандартных типоразмеров химических элементов питания позволяет использовать прибор в полевых условиях, без необходимости периодической зарядки внутреннего аккумулятора в помещении.

Вопросу визуализации измеряемых данных [14] уделено особое внимание. Решена задача одновременного вывода наибольшего количества параметров и настроек, при простоте и логичности выводимой информации.

Проведенные испытания показали высокую надежность созданного прибора, а отсутствие необходимости подготовки измеряемой поверхности и возможность работать с зазором между датчиком и измеряемой поверхностью до 6 мм. Значительно повысили производительность контроля металлоизделий.

**Выводы.** Разработан образец электромагнитно-акустического толщиномера. Прибор имеет широкий диапазон измеряемых толщин, при сохранении малых габаритов. Использование стандартных типоразмеров элементов питания позволяет использовать прибор в полевых условиях без необходимости зарядки внутреннего аккумулятора. Использование современного высокопроизводительного ЦПУ позволяет производить быструю цифровую обработку сигнала, повышая скорость и производительность контроля.

**Список литературы:** 1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с. 2. ЭМА товщинометрія. (Огляд) / Сучков Г.М., Петрищев О.М., Десятниченко А.В. и др. // Вісник НТУ “ХП”. – 2010. – Вип. 12. – С. 110–121. 3. Мощные генераторы импульсов для питания ЭМА преобразователей / Г.М. Сучков, А.В. Донченко, А.В. Десятниченко и др. // Вісник НТУ “ХП”. – 2006. – Вип. 34. – С. 73–78. 4. Сучков Г.М. Бесконтактный ультразвуковой измеритель толщины материалов и изделий / Г.М. Сучков, А.В. Донченко, А.В. Десятниченко // Наукові праці Донецького Національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. – Донецьк: ДонНТУ. – Вип. 13 (121). – 2007. – С. 208–212. 5. Возможности аналоговой части ЭМА-приборов / Г.М. Сучков, А.В. Донченко, А.В. Десятниченко и др. // Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности: VI междунар. конф., 15–17 мая, 2007 г. : тезисы докл. – М., 2007. – С. 89–91. 6. Сучков Г.М. Энергетические аспекты при ЭМА-толщинометрии. / Г.М. Сучков, А.В. Десятниченко // Методи та прилади контролю якості. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2008 – № 12 – С. 63-69. 7. Повышение чувствительности ЭМА приборов / Г.М. Сучков, А.В. Донченко, А.В. Десятниченко и др. // Дефектоскопия. – 2008. – №2. – С. 15–22. 8. Сучков Г.М. Моделирование

електромагнітно-акустичного перетворювача / Г.М.Сучков, А.В. Десятниченко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2008. – Вип. 48. – С. 110–115. **9.** Новые возможности ЭМА метода НК / Г.М. Сучков, А.В. Донченко, А.А. Келин, А.В. Десятниченко и др. // Приладобудування 2008: стан і перспективи: VII міжнар. наук.-техн. конф., 22–23 квітня 2008 р. : тези доп. – К. : НТУУ «КПІ», 2008. – С. 215–216. **10.** Работы НТУ «ХПИ» в области НК / Г.М. Сучков, Б.М. Горкунов, А.В. Десятниченко и др. // Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности: VII междунар. конф., 11–13 марта, 2008 г. : тезисы докл. – М., 2008. – С. 191–193. **11.** Сучков Г.М. Багатоканальний генератор сигналу складної форми для ультразвукового товщиноміру / Г.М.Сучков, А.В. Десятниченко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XVI міжнар. наук.-практ. конф., 4–6 червня 2008 р. : тези доп. – Х. : НТУ «ХПІ», 2008. – С. 443. **12.** Десятниченко А.В. Оптимізація параметрів електромагнітно-акустичного перетворювача / А.В. Десятниченко // Приладобудування 2009: стан і перспективи: VIII міжнар. наук.-техн. конф., 28–29 квітня 2009 р. : тези доп. – К. : НТУУ «КПІ», 2009. – С.186–187. **13.** Десятниченко А.В. Блок вводу аналогових даних для електромагнітно-акустичного товщиноміру / А.В. Десятниченко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XVII міжнар. наук.-практ. конф., 20–22 травня 2009 р. : тези доп. – Х. : НТУ «ХПІ», 2009. – С.487. **14.** Сучков Г.М. Визуализация измеряемых данных электромагнитно-акустического толщиномера / Г.М.Сучков, А.В. Десятниченко // Проблеми інформатики і моделювання: IX міжнар. наук.-практ. конф., 26-28 листопада 2009 р. тези доп. – Х. : НТУ «ХПІ», 2009. – С.11. **15.** Сучков Г.М. Макет електромагнітно-акустичного товщиноміру / Г.М.Сучков, А.В. Десятниченко // Приладобудування 2010: стан і перспективи: IX міжнар. наук.-техн. конф. , 27–28 квітня 2010 р. : тези доп. – К. : НТУУ «КПІ», 2010. – С. 211–212. **16.** Сучков Г.М. Експрес-обробка в електромагнітно-акустичному товщиномірі / Г.М.Сучков, А.В. Десятниченко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XVIII міжнар. наук.-практ. конф., 12-14 трав. 2010 р. : тези доп. – Х. : НТУ «ХПІ», 2010. – С. 161. **17.** О работах кафедры «Приборы и методы неразрушающего контроля» НТУ «ХПИ» в сотрудничестве с НТУ У «КПИ» в области НК / Г.М. Сучков, С.Н. Глоба, А.В. Десятниченко и др. // Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики: XVIII міжнар. конф., 4– 8 октября 2010 р. : тези доп. – Ялта , 2010. – С. 167–273

*Поступила в редколлегию 20.05.11*