

О ВЫБОРЕ АППАРАТНОЙ КРИВОЙ ВИРТУАЛИЗИРОВАННЫХ ПРИБОРОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЗВУКОВЫЕ КАРТЫ ЭВМ, КАК АЦП/ЦАП

А. В. Ишков, С. Ф. Дмитриев, С. Г. Панов

Алтайский государственный университет

г. Барнаул

В современном приборостроении все чаще идут по пути построения приборов как программно-аппаратных комплексов, в которых основные приборные функции выполняет специализированная компьютерная программа. При этом датчик, получающий информацию от объекта контроля подключается к ЭВМ через стандартные устройства ввода-вывода LPT и USB, COM-порты, PCI-шины и др. [1]. Так как зачастую входной сигнал датчика является аналоговым, то для его сопряжения с компьютером его объединяют с аналого-цифровым преобразователем в одном приборном блоке. В то же время технические возможности современных звуковых карт ЭВМ, особенно портативных, позволяют использовать их как маломощные АЦП/ЦАП с возможностью широкого регулирования параметров преобразования входного и выходного сигналов.

Ранее нами была реализована схема виртуализированных приборов для измерения различных физико-химических параметров с использованием маломощных датчиков, подключаемых непосредственно к входу/выходу звуковой карты ЭВМ, работающей в полудуплексном режиме [2]. В то же время в ряде измерительных методов необходимо одновременно получать информацию от объекта и осуществлять согласованное воздействие на него известным сигналом, для чего требуется независимый режим работы этого устройства. Не является исключением и метод вихревых токов (МВТ), с помощью которого могут быть осуществлены структурные и физико-механические исследования металлов и сплавов [3].

Основными требованиями в методе являются локализация зоны контроля, отстройка от зазора, чистота подготовки поверхности. Для выполнения данных требований были созданы сверхлокальные вихретоковые преобразователи (ВТП) и дефектоскопы [4], которые используются для диагностики структуры псевдосплавов применяемых, в частности, в электротехнике.

Использование же современных способов и методов обработки информации в сочетании с возможностями описанной схемы сопряжения датчика с ЭВМ в составе виртуализированного прибора позволяет существенно расширить возможности МВТ, а также позволяет увеличить массив данных для интерпретации результатов.

В тоже время не решенными остаются ряд задач, возникающих при сопряжении ВТП и ЭВМ через АЦП-ЦАП. В частности, использование звуковой карты в качестве элемента измерительного тракта возможно, когда исследованы ее метрологические и электрические характеристики. Также должна быть решена задача совместимости произвольной АЦП-ЦАП с разработанным программным обеспечением.

С этой целью нами был разработан программно-аппаратный комплекс для исследования электропроводности неферромагнитных материалов. Комплекс состоит из трех основных частей: вихретокового преобразователя (ВТП); звуковой карты персонального компьютера (ПК); программного обеспечения (ПО) (рисунок 1).

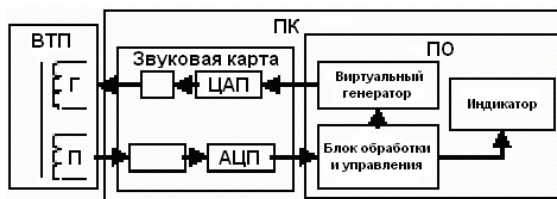


Рисунок 1 – Структурная схема экспериментальной установки

Цифровой сигнал от виртуального генератора поступает на ЦАП звуковой карты и преобразуется в аналоговый. Аналоговый сигнал, с выхода усилителя мощности (У) нагружен на генераторную катушку (Г) ВТП. Электромагнитное поле наводит ЭДС в приемной катушке (П) ВТП. ЭДС, усиленная микрофонным усилителем, поступает на вход АЦП звуковой карты. Оцифрованный сигнал поступает на блок обработки и управления

О ВЫБОРЕ АППАРАТНОЙ КРИВОЙ ВИРТУАЛИЗИРОВАННЫХ ПРИБОРОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЗВУКОВЫЕ КАРТЫ ЭВМ, КАК АЦП/ЦАП

ПО. Блок обработки и управления фиксирует уровень цифрового сигнала в условных единицах. Этот уровень принимается за уровень нуля, и соответствует уровню напряжения на сигнальной катушке без объекта контроля. На индикатор выводится ноль, который соответствует нулевому значению электропроводности.

Для расчета величины электрической проводимости необходимо установить соответствие между уровнем сигнала на сигнальной катушке и электропроводностью материала. Одним из вариантов установления этого соответствия служит аппаратная кривая, для построения которой был использован набор контрольных образцов имеющих заранее известную электропроводность. Удельная электрическая проводимость использованных образцов была определена при помощи двойного моста Уитстона при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$ с погрешностью не более 1%.

Тестирование комплекса осуществлялось по сериям измерений электропроводности эталонных материалов. В процессе измерения изменялось число замеров электропроводности для каждого образца, и рассчитывалось среднее значение электропроводности по каждой группе измерений. Основная погрешность измерения, связанная с девиацией зазора и отклонением установки ВТП от нормального положения, закономерно снижается с ростом числа замеров и увеличением времени каждого замера. Абсолютное значение среднего взвешенного основной погрешности, полученное в серии опытов, не превысило 0,8 МСм/м.

Как известно, при конструировании программно-аппаратных комплексов существенной проблемой является совместимость ПО и нестандартизированных ЦАП-АЦП, которая связана с несовпадением характеристик аналоговых усилительных компонент. Столкнувшись с ней и мы.

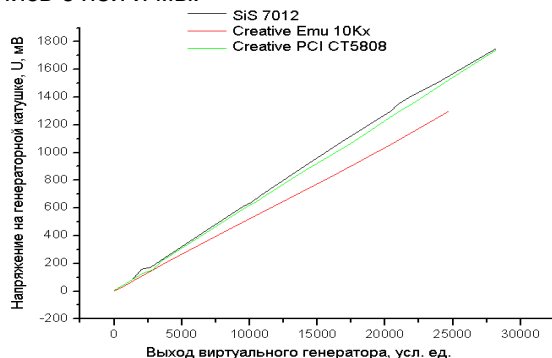


Рисунок 2 – Напряжение на генераторной катушке ВТП в зависимости от сигнала генератора
ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2008

Так, например, на рисунке 2 представлена зависимость уровня напряжения на генераторной катушке ВТП от условных единиц виртуального генератора. Аналогичные различия обнаруживаются и для зависимости между условными единицами сигнала на выходе АЦП и уровнем напряжения на сигнальной катушке (рисунок 3).

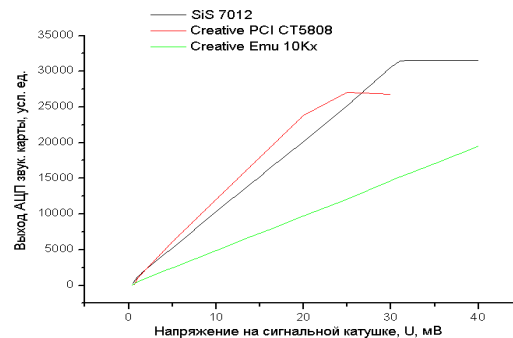


Рисунок 3 – Зависимость напряжения на сигнальной катушке ВТП от уровня сигнала АЦП

Для решения проблемы совместимости ПО с ЦАП-АЦП может быть использована эталонная звуковая карта и зависимость между уровнем напряжения на сигнальной катушке и условными единицами сигнала на выходе ее АЦП, для которой определяется коэффициент наклона k . Затем проводится аппроксимация зависимости электропроводности образцов от сигнала АЦП карты полиномом третьей степени:

$$\sigma = a(y - y_0)^3 + b(y - y_0)^2 + c(y - y_0) + d, \quad (1)$$

где σ – значение электропроводности объекта контроля, МСм/м; y – условные единицы сигнала на выходе АЦП звуковой карты; y_0 – условные единицы шумового сигнала на выходе АЦП звуковой карты; a , b , c и d – коэффициенты аппроксимации.

Для остальных звуковых карт также устанавливается соответствие между уровнем напряжения на сигнальной катушке и условными единицами сигнала на выходе АЦП, которые затем приводятся к показаниям эталона по формуле:

$$y_1 = \frac{k_1}{k_2} y_2, \quad (2)$$

где y_1 – приведенное значение условных единиц эталонной карты; y_2 – количество условных единиц текущей карты; k_1 – коэффициент наклона для эталонной карты; k_2 – коэффициент наклона для текущей карты.

Тогда, значение электрической проводимости, измеренное по уровню сигнала с любой произвольной звуковой карты, можно рассчитывать по следующей модифицированной формуле:

$$\sigma = (a(y - y_0)^3 + b(y - y_0)^2 + c(y - y_0) + d) \times \frac{k_1}{k_2}, \quad (3)$$

Программное обеспечение для виртуализированного прибора написано на языке C++ под операционную систему MS Windows 95/98/2000/XP и имеет интерактивный оконный интерфейс.

В рабочем окне прибора ИЭНМ-20 (рисунки 4) имеется индикатор амплитуды входного сигнала, где отображается значение амплитуды сигнала полученное в результате обработки каждого буфера и индикатор электропроводности, который отображает расчетное значение электропроводности. Дополнительно, на основе получаемых данных, осуществляется разделение металлов на ферромагнитные и неферромагнитные, а также идентификация металла.

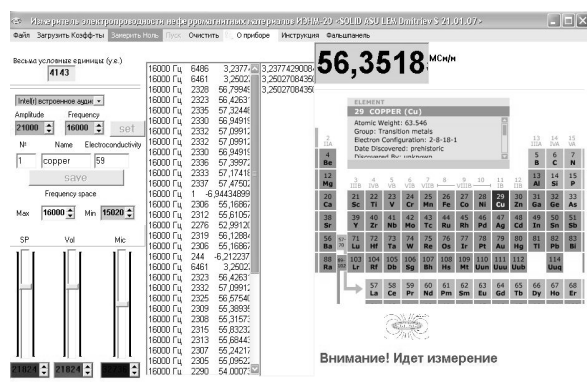


Рисунок 4 – Рабочая панель виртуального прибора ИЭНМ-10 с открытой панелью идентификации металла

В ходе выполнения основного рабочего цикла работы программы происходит постоянное считывание уровня сигнала с выхода АЦП микрофонного входа звуковой карты, пересчет полученных условных значений в значения проводимости, отнесение исследуемого образца к классу ферро- или неферромагнетика и идентификация металла, и, если уровень сигнала достоверно превышает фоновый (4 Мсм/м), результат измерения выводится на экран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ишков А.В., Дмитриев С.Ф. Современная концепция сопряжения измерительных устройств с ЭВМ. // Мат. 8-ой Междунар. конф. ИКИ-2007. – Барнаул: АлтГТУ, 2007. С.3.
2. Панов С.Г., Дмитриев С.Ф., Ишков А.В. Применение сверхминиатюрных вихретоковых преобразователей для неразрушающего контроля наноматериалов. // Горизонты образования. Вып.10. 2008.
3. Приборы неразрушающего контроля материалов и изделий. Кн.2 / Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1986.
4. Неразрушающий контроль металлов и изделий. / Под ред. Г.С. Самойловича. – М.: Машиностроение, 1976.
5. Денискин В.П. и др. Некоторые конструкции вихревых накладных преобразователей. // Дефектоскопия. 1975. №1. С. 56.
6. Дмитриев С.Ф., Сагалаков А.М. // Тр. Второй Междунар. н.-т. конф. «Экспериментальные методы в физике структурно-неоднородных конденсированных сред. ЭМФ 2001» – Барнаул: Изд-во АГУ, 2001. – 282 с.