

УДК 681.63

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Садыков Р.Р.¹, Вильданов Р.Г.¹, Степанов Е.А.¹, Лукьянцев М.А.¹.

¹Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Салават, Россия (453250, г. Салават, ул. Губкина, 22б), e-mail: vildanov.rauf@yandex.ru

Разработана автоматическая система определения и обработки параметров диагностической информации. Спроектирован и разработан аппаратный комплекс для получения диагностической информации методом измерения потерь энергии при периодическом перемагничивании ферромагнитного материала. Разработан программный комплекс «MagScanner 1.0», позволяющий проводить диагностику, обрабатывать и визуализировать полученную диагностическую информацию с аппаратного комплекса. В работе описан принцип работы аппаратного комплекса, основанный на измерении потерь на перемагничивание. Представлено описание блоков аппаратного комплекса с приведением основных характеристик и принципиальных схем. Описаны основные алгоритмы работы программного комплекса «MagScanner 1.0» с приведением алгоритма поиска падения амплитуды и алгоритма Грэхема. Произведено пробное сканирование с обнаружением дефекта в материале, в результате чего получена картина, отображающая контур дефекта.

Ключевые слова: перемагничивание, аналогово-цифровой преобразователь, операционный усилитель, программный комплекс, среда визуализации, ячейки памяти.

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC SYSTEM FOR DETERMINING PARAMETERS DIAGNOSTIC INFORMATION

Sadykov R. R.¹, Vildanov R.G.¹, Stepanov E.A.¹, Lukyancev M.A.¹

¹Branch of Ufa State Petroleum Technological University, Salavat, Russia (22b, Gubkina St., Salavat, 453250), e-mail: vildanov.rauf@yandex.ru

Developed an automatic system for determining the processing parameters and diagnostic information. Designed and developed hardware system for obtaining diagnostic information by measuring the energy loss during periodic magnetization reversal ferrimagnetic material. Program complex «MagScanner 1.0», allowing to diagnose, manage and visualize the resulting diagnostic information appliance. The paper describes the principle of hardware system based on measurement of loss reversal. The description of the hardware system units with presentation of the main features and concepts. The basic algorithms of the software system «MagScanner 1.0» to bringing the search algorithm fall amplitude and Graham algorithm . Make a test scan with the discovery of a defect in the material, resulting in a picture showing the contour of the defect.

Keywords: reversal, analog-to-digital converter, operational amplifier, a software complex visualization environment, a storage unit.

Введение

Современное определение технической диагностики как отрасли научно-технических знаний, сущность которой составляют теория, методы и средства обнаружения и поиска дефектов объектов технической природы, включает в себя методы и средства неразрушающего контроля. Обнаружение и поиск дефектов являются процессами определения технического состояния объекта и объединяются под термином «диагностирование». Таким образом, задачами диагностирования являются задачи проверки исправности, работоспособности и правильности функционирования объекта, а также задачи поиска дефектов, нарушающих исправность, работоспособность или правильность функционирования.

Средства неразрушающего контроля выступают в роли технических средств диагностики. Ни один из существующих методов и приборов неразрушающего контроля не является универсальным и не может удовлетворить в полном объеме всем требованиям практики. В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют комплексные диагностические лаборатории, укомплектованные различными приборами неразрушающего контроля. Комплектация лабораторий производится в зависимости от вида диагностируемого оборудования и производимых диагностических работ. На нефтехимических и нефтеперерабатывающих производствах наиболее эффективным является применение портативных универсальных и специализированных средств для периодического неразрушающего контроля оборудования и встроенных стационарных систем непрерывной диагностики с выводом показаний на пульт оператора [5].

В последнее время с развитием компьютерной техники и повышением их производительности наметилась перспектива в создании программно-аппаратных комплексов диагностирования. Такой симбиоз средств диагностирования и компьютера позволяет получать комплексную информацию о дефектах, а также вести детальный анализ. Такой подход к средствам диагностики позволяет разделить функции. На аппаратную часть возлагается функция измерения и выявления дефекта, а на программную составление полной картины и анализ полученных результатов. Для встроенных стационарных систем непрерывной диагностики применение компьютерной техники позволяет сконцентрировать информацию из всех датчиков в одном месте и на основе этих данных вести анализ в реальном времени.

Идея работы основана на создании эффективного, экономически выгодного устройства диагностирования, а также на разработке автоматизированного программного комплекса обработки диагностической информации датчика потерь на перемагничивание [2; 3].

Блок-схема исполнения магнитного дефектоскопа представлена на рисунке 1.

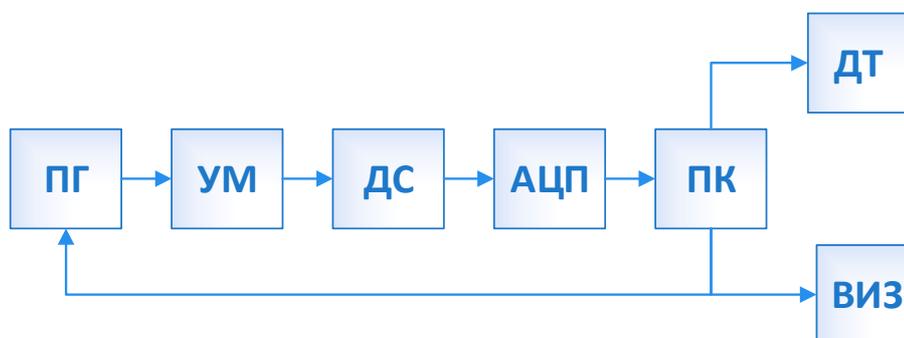


Рисунок 1 – Блок-схема прибора

Прибор содержит ПГ – программный генератор, УМ – блок усилителя мощности генерируемого сигнала, ДС – электромагнитный датчик-сканер, АЦП – аналогово-цифровой преобразователь, ПК – программный комплекс, состоящий из блока ДТ – детектора и ВИЗ – блока визуализации. Работа прибора основана на измерении потерь перемагничивания участка контролируемого изделия. Если ферромагнитный материал подвергается периодическому перемагничиванию, то в нем возникают потери энергии на гистерезис и вихревые токи.

Электромагнитный ДС устанавливается на изделие. Регулируемый сигнал с генератора ПГ поступает в блок усиления УМ, где усиливается по напряжению и току, и подается на намагничивающую обмотку. Далее сигнал с измерительной обмотки поступает на АЦП, где полученная информация упорядочивается и поступает в программный комплекс для получения конечного результата – детектирование и визуализация дефекта.

Таким образом, прибор позволяет путем изменения частоты магнитного поля от высоких значений до низких постепенно перемагничивать участок изделия слой за слоем, тем самым осуществлять частотное сканирование и по потерям на перемагничивание получить изображение поперечного сечения контролируемого участка.

Датчик-сканер выполнен в виде П-образного сердечника, состоящего из пластин с двумя одинаковыми медными катушками сопротивлением 80 Ом (рис. 2).

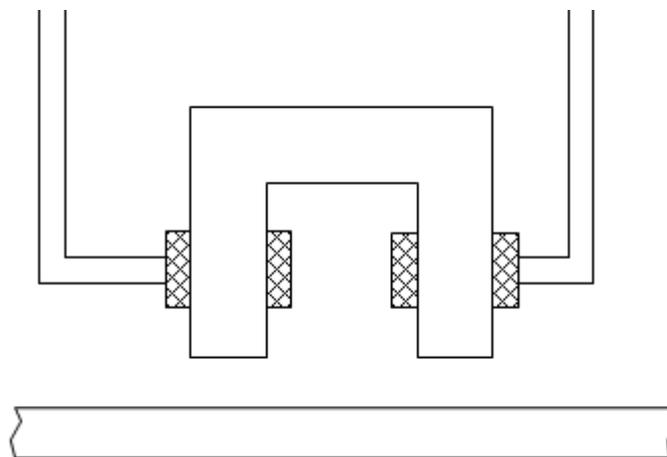


Рисунок 2 – Схематичное изображение датчика-сканера

Блок АЦП выполнен на микроконтроллере фирмы Atmel серия ATtiny45-20su, схема изображена на рисунке 3.

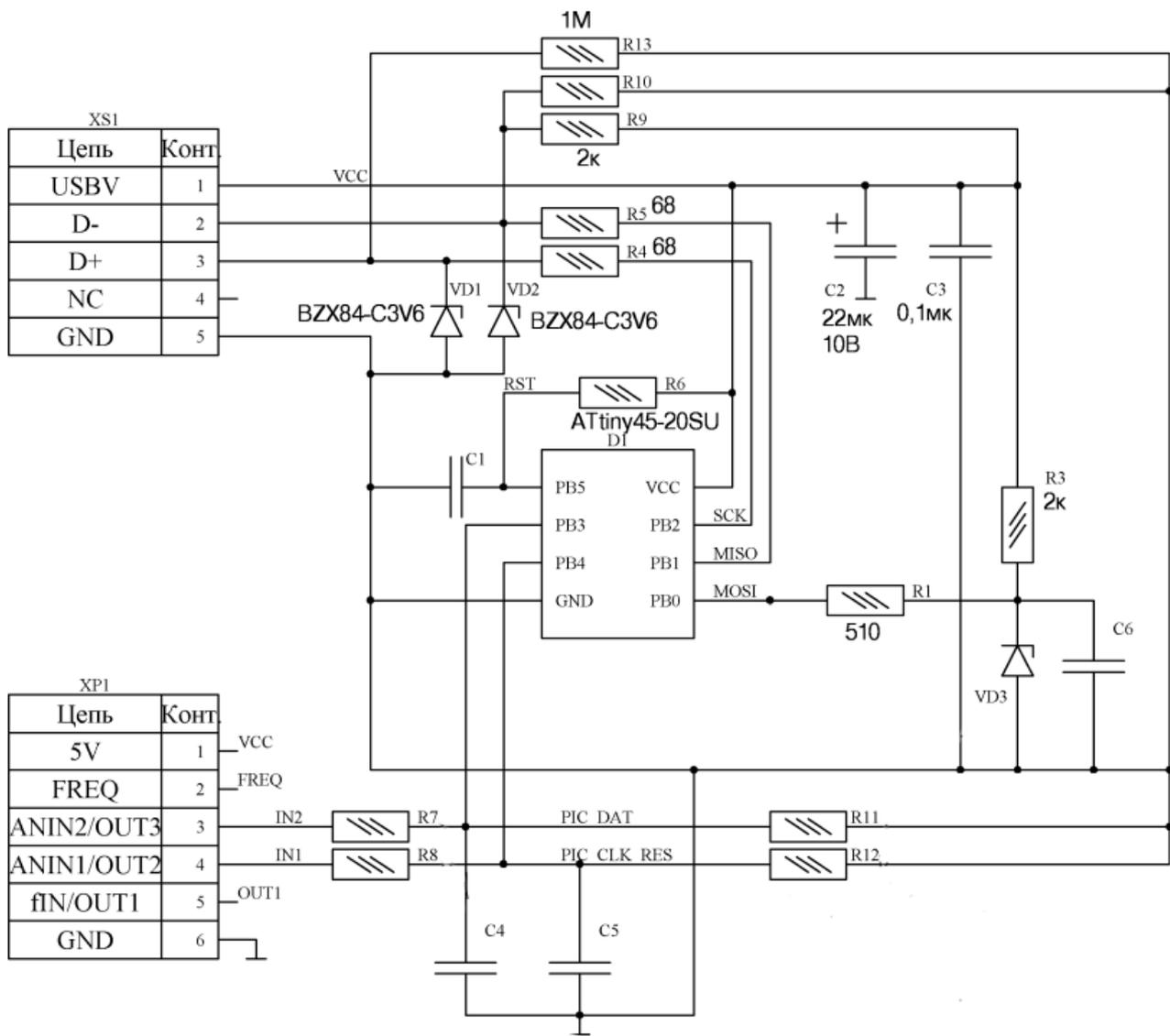


Рисунок 3 – Схема блока АЦП

Технические характеристики блока АЦП:

- количество аналоговых каналов: 2;
- входное сопротивление аналогового канала, МОм: $1 \pm 10\%$;
- разрядность АЦП, бит: 10/8;
- диапазон входных напряжений, В: 0...7,5;
- полоса пропускания, кГц: 10.

Блок усилителя выполнен на интегральной микросхеме TDA2050 (рисунок 4) и обладает следующими характеристиками:

- напряжение питания: 7-30 В;
- пиковое значение выходного тока: 5 А;
- ток в режиме покоя: 30-55 мА.

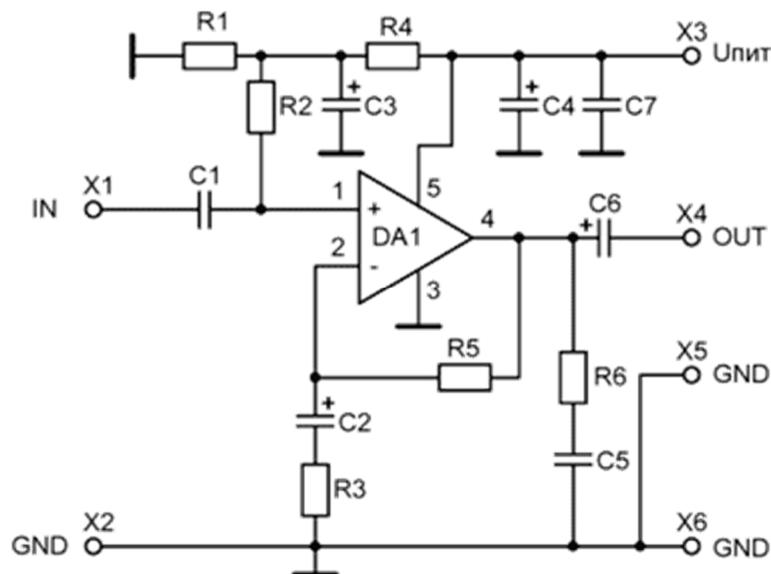


Рисунок 4 – Схема блока усиления

Программный комплекс разработан в среде Borland Delphi 11. Комплекс состоит из блоков генерации сигнала, блока поиска дефекта, блока калибровки и блока визуализатора (рис. 5). В программном комплексе реализовано два основных режима, режим поиска дефекта и режим сканирования. В режиме поиска дефекта можно определить наличие дефекта и определить глубину его залегания. В режиме сканирования происходит сканирование самого дефекта, определение точек его контура, на основании полученных точек формируется его примерная форма.

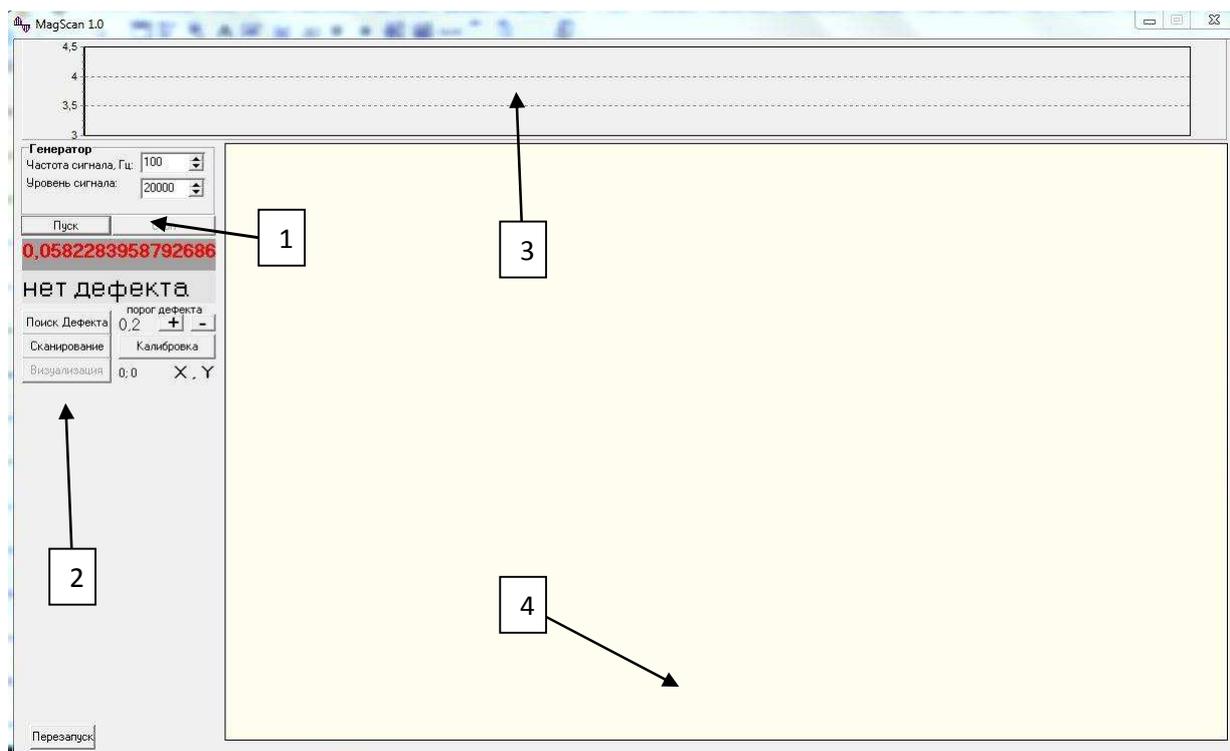


Рисунок 5 – Рабочее окно программного комплекса: 1 – область управления генератором, 2 – область управления детектором, 3 – область отображения величины потери перемагничивания, 4 – область визуализации контура дефекта

Алгоритм поиска дефекта заключается в следующем.

В реальном времени происходит отслеживание максимального значения А (вершины синусоиды) амплитуды сигнала и записывается в ячейку памяти (рис. 6). Затем это значение сравнивается с последующим максимальным значением амплитуды В. В случае если последующее значение максимума амплитуды меньше записанного в ячейке памяти $A > B$, то это сигнализирует о наличии дефекта, по разнице значения С можно судить о глубине дефекта. Данный алгоритм повторяется на разных частотах от 50 до 1000 Гц, что позволяет получить картину дефекта послойно [1].

Для полученного множества точек с координатами дефекта применяется алгоритм Грэхема, позволяющий произвести обход точек и создать контур. Алгоритм Грэхема — алгоритм построения выпуклой оболочки в двумерном пространстве. В этом алгоритме задача о выпуклой оболочке решается с помощью стека, сформированного из точек-кандидатов (рис. 7) [4].

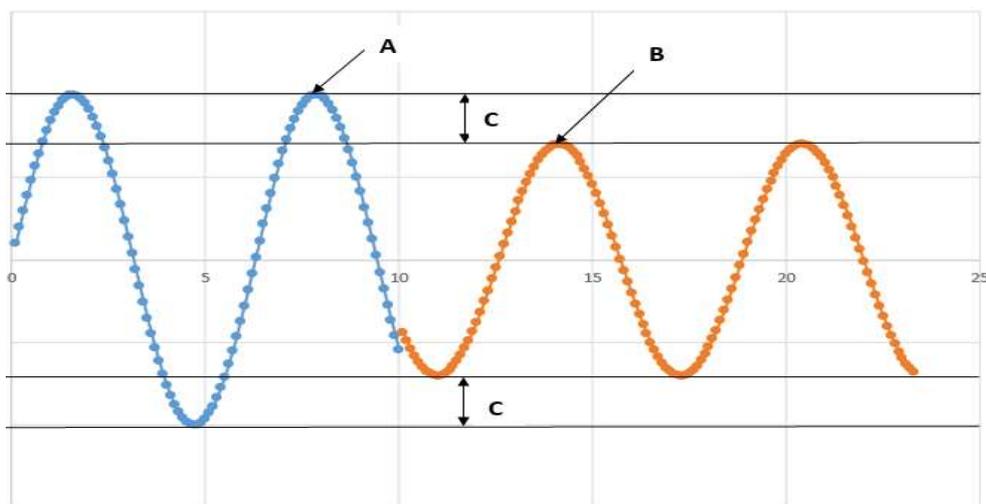


Рисунок 6 – Иллюстрация алгоритма поиска значений

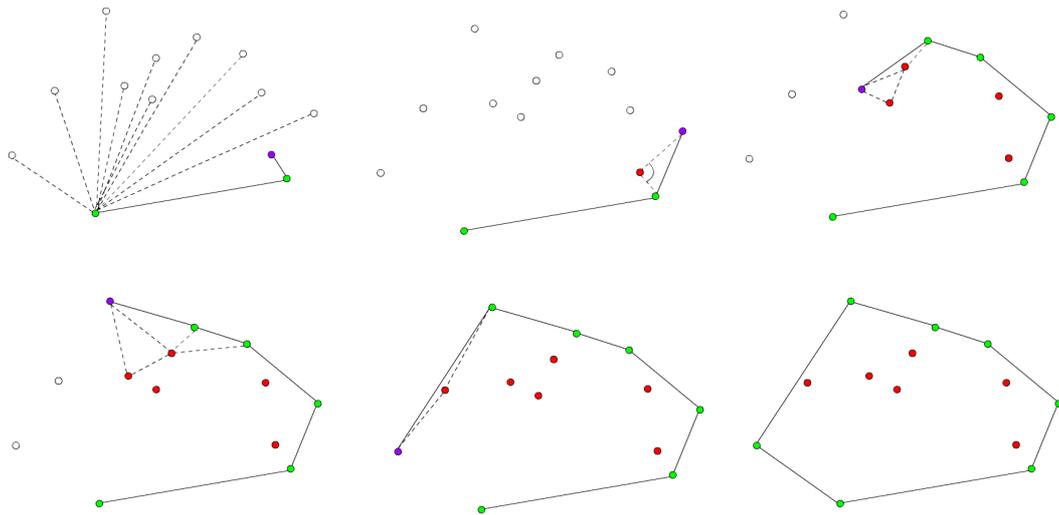


Рисунок 7 – Пример работы алгоритма Грэхема

Визуализация полученных данных выполнена с помощью компонентов Tee Chart и Canvas, позволяющих получать различные картины сечений и диаграмм распределений дефектов на поверхности, а также реализовать получение трехмерной картины.

Заключение

Как показали результаты исследований, система дает хорошие результаты. Чувствительность к дефектам повысилась до 10% от толщины металла. Система позволяет получить размеры дефектов и их объемное изображение.

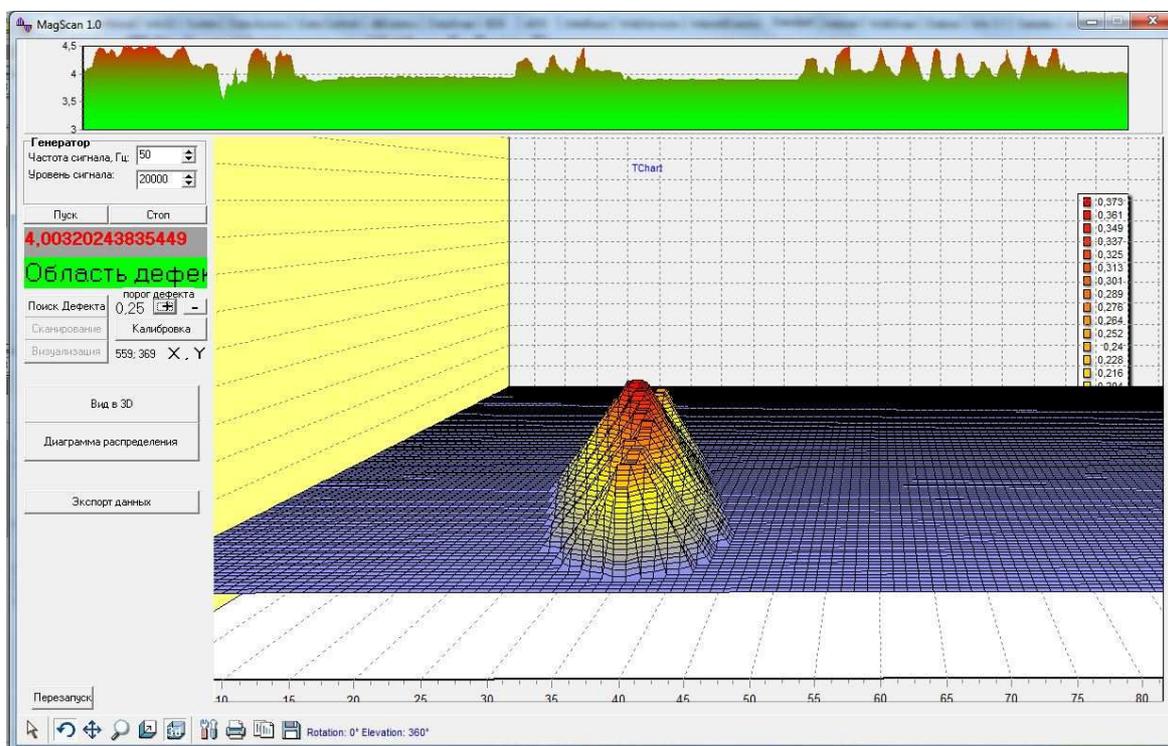


Рисунок 8 – Результат сканирования дефектного участка

Список литературы

1. Агуров П.В. Практика программирования USB // БХВ-Петербург. – СПб., 2006. — С. 624.
2. Вильданов Р.Г. Разработка датчиков потерь на перемагничивание для контроля напряженно-деформированного состояния металлических конструкций // Контроль. Диагностика. - 2008. - № 10. - С. 48-50.
3. Вильданов Р.Г. Датчик для оценки напряженно-деформированного состояния металлоконструкций // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2010. - № 10. - С. 44-48.
4. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. - М. : Вильямс, 2006. — С. 420-461.
5. Стеклов О.И. Техническая диагностика оборудования и сооружений нефтегазового и нефтегазохимического комплексов // Дефектоскопия. – 2006. - № 4. – С. 113-121.

Рецензенты:

Баширов М.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ЭАПП филиала ФГБОУ ВПО «УГНТУ в г. Салавате», г. Салават.

Жирнов Б.С., д.х.н., профессор, заведующий кафедрой ХТП филиала ФГБОУ ВПО «УГНТУ в г. Салавате», г. Салават.