



ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА «НЕЛИНЕЙНОГО» ПОРОГА СРАБАТЫВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА АРОЧНЫМИ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОРАМИ

Ю. Г. ЗАДОРЖНЫЙ, А. Л. ДЕРКАЧ, М. Н. СКОРИНА

Даны особенности преобразования изменения электромагнитного поля в электрический сигнал при детектировании металла в арочных металлодетекторах. Показаны особенности алгоритма расчета порогового значения, связанного с местом детектирования металла в объеме контролируемого пространства.

Features of conversion of the change of electromagnetic field into the electric signal in arc metal detectors at metal detection are described. Shown are the features of the algorithm of calculation of the threshold value, related to the point of metal detection in the volume of space being controlled.

Недостатком многих типов арочных металлодетекторов является нелинейная зависимость изменения электромагнитного поля при внесении металлического предмета внутрь арки. Это приводит к тому, что реакция электрической схемы металлодетектора на предметы, расположенные вблизи измерительных панелей, более сильная, чем на те же предметы, расположенные в центре арки. При этом различие в уровнях сигналов может достигать 20 раз. Таким образом, вероятность срабатывания на сравнительно небольшой предмет (например, дверной ключ), расположенный вблизи измерительной панели, такая же, как и на предмет, в 20 раз больший (например, пистолет), проносимый в центре проходных ворот. При детектировании наличия металла по порогу это значительно ухудшает детектирующие свойства металлодетектора. При определении порога срабатывания, зависящего от места расположения предмета в

арке проходных ворот, вероятность ложного срабатывания металлодетектора уменьшается.

Целью работы является разработка алгоритма обработки сигналов от двух работающих встречно каналов, учитывающего нелинейность преобразования электромагнитного поля в выходной сигнал приемного канала и обеспечивающего получение значений порога срабатывания, зависящего от места расположения предмета в арке металлодетектора, для уменьшения возможности ложных срабатываний этого устройства.

Конструкция металлодетектора АМД-70 (рис. 1) представляет собой арку проходных ворот, включающую балку с электронным блоком 1 и измерительные плиты 2 с излучающей 3 и приемными 4 катушками. Внутри балки, скрепляющей две измерительные плиты, находится электронный блок (рис. 2). Он состоит из генератора, усилителей и микроконтроллера. Измерительная плита включает одну излучающую катушку и четыре пары приемных. Генератор поочередно подключается к излучающим катушкам, расположенным в правой и левой плитах. Синусоидальный сигнал частотой 3...6 кГц излучается катушкой, подключенной к генератору, и формирует электромагнитное поле внутри арки. Измененное электромагнитное поле принимается двумя приемными катушками, расположенными на противоположной стороне от генераторной. Дифференциальный усилитель, подключенный к двум приемным катушкам и контроллеру, является измерительным каналом. Он усиливает разность сигналов, полученных от двух приемных катушек, которая затем анализируется микроконтроллером.

В состав металлодетектора входит один микроконтроллер и восемь измерительных каналов. При этом конструктивно по два измерительных канала подключены к своей паре приемных катушек, рас-

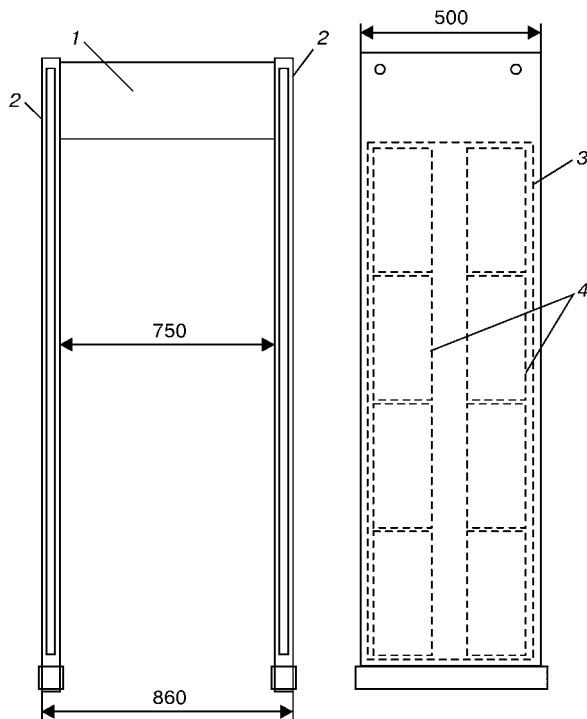


Рис. 1. Конструкция металлодетектора арочного типа (обозначения см. в тексте)

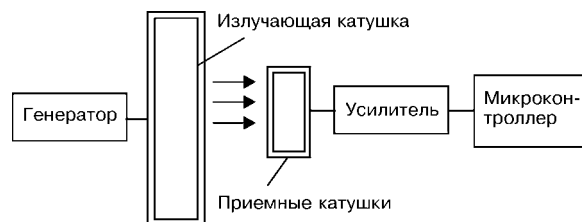


Рис. 2. Электрическая блок-схема металлодетектора

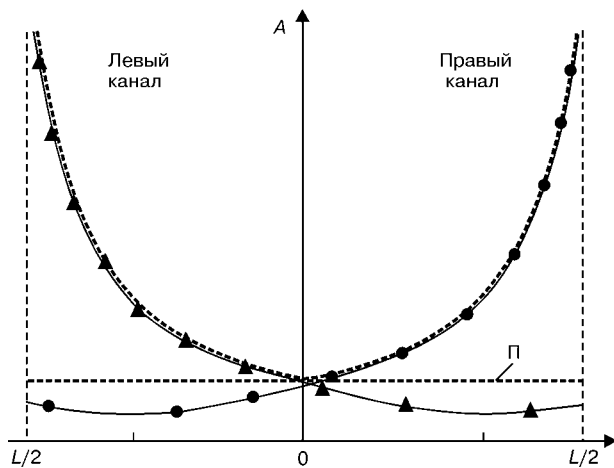


Рис. 3. Зависимость амплитуды A сигнала измерительного канала от места расположения детектируемого предмета; Π — порог срабатывания; 0 — центр арки металлодетектора; L — ширина прохода

положенных в противоположных плитах таким образом, что они работают встречно и составляют измерительную полосу. Микроконтроллер проводит обработку сигналов от восьми измерительных каналов и выдает команду о срабатывании (детектировании металла) на устройство индикации, управляющее устройством, а также звуковой сигнал.

Таким образом, в арке проходных ворот формируется электромагнитное поле, которое меняется при внесении в него металлического предмета. Это изменение фиксируется в каждой измерительной полосе одновременно двумя усилителями, подключенными к своей паре приемных катушек.

При движении металлического предмета в области со сформированным электромагнитным полем в последнем происходят изменения, связанные с потерями электрической энергии в электропроводящем материале. Изменения сигнала от каждого измерительного канала фиксируются микроконтроллером. Абсолютная величина отклонения от установившегося значения — амплитуда сигнала — вычисляется как разность между постоянным значением и значениями в измерительном канале в текущий момент времени. Величина отклонения зависит от размера металлического предмета и его места расположения в объеме контролируемого пространства внутри проходных ворот. Вблизи измерительной плиты амплитуда сигнала от измерительного канала от одного металлического предмета имеет большие значения по сравнению со значениями, полученными в центре арки.

В процессе настройки металлодетектора амплитуды выходных сигналов правого и левого каналов, работающих встречно, уравниваются числовыми методами при настройке по эталонному предмету. Уравнивание заключается в том, что при расположении эталонного предмета в центре измерительной полосы арки оба сигнала от измерительных каналов одинаковы по амплитуде и равны порогу срабатывания (рис. 3):

$$A_{\text{л}}K_{\text{ур. л}} = A_{\text{п}}K_{\text{ур. п}} = \Pi,$$

где Π — значения порога срабатывания; $A_{\text{л}}$, $A_{\text{п}}$ — амплитуды сигналов соответственно от левого и правого каналов; $K_{\text{ур. п}}$, $K_{\text{ур. л}}$ — коэффициенты уравнивания амплитуд соответственно правого и левого каналов.

В процессе работы металлодетектора определяется сторона детектирования — сторона размещения металлического предмета — правая или левая. Для этого сравниваются два значения амплитуды сигнала и определяется большее, принадлежащее правой или левой стороне измерительной полосы. Так, если $A_{\text{л}}K_{\text{ур. л}} > A_{\text{п}}K_{\text{ур. п}}$, то определяется порог левой стороны полосы детектирования. После этого вычисляется отношение амплитуд сигналов:

$$K_{\text{отн}} = A_{\text{л}}K_{\text{ур. л}} / A_{\text{п}}K_{\text{ур. п}}$$

Отношение амплитуд сигналов зависит от места размещения металлического предмета в объеме детектируемого пространства. При этом можно экспериментально построить зависимость коэффициента коррекции порога срабатывания для каждой точки детектирования.

Значения коэффициента коррекции порога срабатывания $K_{\text{к. пор}}$ определяются по значениям отношения $K_{\text{отн}}$, полученных экспериментально:

| | | | | | |
|---------------------|---|------|------|------|------|
| $K_{\text{отн}}$ | 1 | 0,75 | 0,46 | 0,15 | 0,01 |
| $K_{\text{к. пор}}$ | 1 | 1,84 | 2,5 | 3,25 | 4,10 |
| L , м | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |

Затем проводится вычисление скорректированного порога срабатывания для расстояния от центра прохода до измерительной плиты металлодетектора:

$$\Pi_{\text{к}} = \Pi K_{\text{к. пор}}$$

При этом получаем значение порога для места расположения предмета по горизонтали.

Значение скорректированного порога сравнивается с максимальным значением амплитуды сигнала в полосе: если $\Pi_{\text{к}} > A_{\text{л}}K_{\text{ур. л}}$, то детектирования нет; если $\Pi_{\text{к}} < A_{\text{л}}K_{\text{ур. л}}$, то детектирование есть (превышен порог срабатывания).

Превышение амплитуды сигнала рассчитанного значения порога срабатывания означает детектирование металла с большими размерами и массой по сравнению с эталонным предметом.

ВЫВОДЫ

Использование алгоритма «нелинейного» или расчетного порога в программном обеспечении металлодетектора позволяет уменьшить вероятность ложных срабатываний за счет более точного определения порога срабатывания, зависящего от месторасположения детектируемого металлического предмета в объеме контролируемого пространства.