

## ТИПЫ ДАТЧИКОВ МЕТАЛЛА И ПРИНЦИП ИХ РАБОТЫ

*Рассматривается классификация датчиков металла. Так же объясняется устройство и принцип работы, импульсного датчика и датчика, работающего по принципу 'передача-приём'.*

### ВВЕДЕНИЕ

Датчики металлов используются повсеместно. Прибор, работающий совместно с этим датчиком, называется металлоискателем. Датчики металла находят применение в охранных структурах (рамки на КПП, ручные датчики для досмотра личных вещей), в строительстве (обнаружение металлических конструкций в стенах, под землёй), в военной отрасли (для поиска мин), для добычи полезных ископаемых, при археологических раскопках, также очень распространены среди обычных любителей истории (поиск военных артефактов, древних находок/монет).

### I. КЛАССИФИКАЦИЯ ДАТЧИКОВ МЕТАЛЛА

Датчик металла на биениях. Принцип действия заключается в регистрации разности частот от двух генераторов, один из которых является стабильным по частоте, а другой содержит датчик – катушку индуктивности в своей частотообразующей цепи.

Датчик металла по принципу электронного частотомера. Принцип основывается на оценке электронным частотомером частоты измерительного генератора, когда сам датчик еще находится вдали от мишени. Полученное значение «запоминается» регистром. После чего, в процессе поиска интересующих объектов, электронный частотомер занимается непрерывным измерением частоты принимающего генератора. Из полученных данных вычитается показатель эталонной частоты, а результат выводится на экран индикации.

Индукционный датчик металла. Датчик следит за частотными изменениями. Если вблизи с датчика появляется мишень, возникает отраженный сигнал. Он «наводит» дополнительный сигнал – электрический. Зарегистрировать отраженный сигнал можно методом вычисления из присутствующего в катушке электрического показателя: сигнал аналогичной фазы, частоты, амплитуды, который наблюдался в условиях отсутствия металла поблизости.

Магнитомеры. Принцип действия основан на явлении локального искажения естественного магнитного поля Земли ферромагнитными материалами, например железом. Обнаружив с помощью магнитометра отклонение от обычного для данной местности модуля или направления вектора магнитной индукции поля Земли, можно с уверенностью говорить о наличии некоторой

магнитной неоднородности (аномалии), которая может быть вызвана железным предметом.

Импульсный датчик металла.

Датчик металла типа 'передача-приём'.

Последние два типа датчиков будут рассмотрены далее более подробно.

### II. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНОГО ДАТЧИКА МЕТАЛЛА

Импульсный датчик представляет собой катушку с одной обмоткой проволоки. Эта обмотка и принимает, и излучает сигнал. Магнитный импульс наводит электромагнитный сигнал в металлическом предмете. Когда ток обрывается – магнитное поле вокруг катушки исчезает, но в этот момент импульс напряжения противоположной полярности и большой амплитуды наводится на катушку. Этот выброс напряжения называется противо-ЭДС (в пике 100-130В). При движении электромагнитного поля в проводнике возникает электрический ток и обратный импульс. Сигнал, полученный от цели имеет изменение скорости затухания по сравнению с исходным сигналом, что свидетельствует о наличии металлического объекта под катушкой.

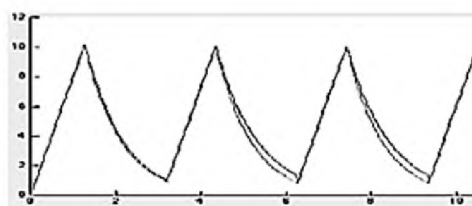


Рис. 1 – Осциллограмма излучаемого и принимаемого сигнала

Скважность, т.е. отношение периода следования импульсов к длительности сигнала, составляет порядка 4%. Частота передатчика варьируется от нескольких герц, до нескольких кГц. Чем ниже частота передачи, тем больше излучаемая мощность. На более низких частотах достигается большая глубина поиска. Катушка датчика импульсного типа является критично заглушенной, т.е. отраженный импульс быстро затухает до нуля без колебаний. Чрезмерное или недостаточное подавление будет вносить нестабильность в работу и маскировать сигналы от хорошо проводящих металлов и уменьшать глубину обнаружения.

### III. Принцип действия датчика типа 'ПЕРЕДАЧА-ПРИЁМ'

В структуру датчика входит чаще всего две катушки, одна – передающая сигнал (TX), другая – принимающая сигнал (RX). В основе работы этого датчика лежит нарушение индукционного баланса. По обеим катушкам протекает ток. Каждая катушка создаёт вокруг себя магнитное поле. Катушки RX и TX располагаются так, что силовые линии поля излучающей катушки в отсутствие посторонних металлических предметов наводят нулевой сигнал в приёмной катушке, т.е. в области пересечения катушек магнитное поле катушки TX фактически компенсирует магнитное поле катушки RX – положение баланса.

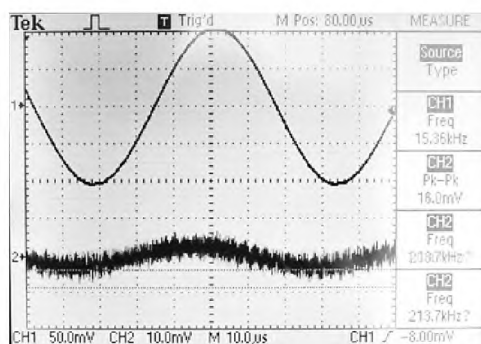


Рис. 2 – Сигналы передающей и приёмной катушек при отсутствии металла

Но приёмная катушка остаётся чувствительна к изменениям в её магнитном поле. Появление вблизи катушек металла приводит к изменению индуктивности катушки RX и появлению сигнала в виде переменной ЭДС в катушке RX. Чем ближе металл к катушке и, чем более выражены у него магнитные свойства, тем большую амплитуду имеет сигнал в приёмной катушке.

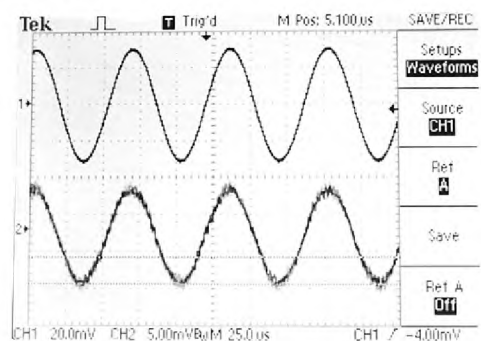


Рис. 3 – Сигнал передающей и приёмной катушек при реакции на металл

*Сатинов Егор Евгеньевич*, студент кафедры теоретических основ электроники БГУИР, [satinov.ee.study@gmail.com](mailto:satinov.ee.study@gmail.com).

*Петухов Владислав Игоревич*, студент кафедры теоретических основ электроники БГУИР, [vladpetuhov88@mail.ru](mailto:vladpetuhov88@mail.ru)

*Научный руководитель: Свито Игорь Леонтьевич*, кандидат технических наук, доцент, [svito@bsuir.by](mailto:svito@bsuir.by).

Дискриминация металлов работает по принципу смещения фазы сигнала приёмной катушки относительно фазы сигнала передающей катушки. Например, у серебра или алюминия, сдвиг фаз находится в пределах 176°-179°. У феррита – 0°, у железа 18°-28°. Катушка RX подключена по схеме параллельного резонансного LC-контура. Катушка TX подключена по схеме последовательного резонансного LC-контура. В роли индуктивности выступает сама катушка, в роли ёмкости – конденсатор. Подбирая индуктивность (количество витков в катушке) и ёмкость можно добиться нужной частоты резонанса приёмного и передающего контуров.

Датчики данного типа подают сигнал на обнаружение металла, только в случае возникновения быстрого переходного процесса, это означает, что во время использования, датчик должен быть в движении относительно цели или наоборот. В случае нахождения датчика неподвижно над целью, сигнал не будет подан.

### IV. Выводы

Датчики металлов являются полезным изобретением, которое находит применение во многих отраслях и совершенствуется и по сей день. Предлагаемая нами информация позволяет углубленно изучить принцип работы некоторых типов датчиков металла.

### Список литературы

- Интернет-портал магазина 'Золотая жила' [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sledovnet.ru/article.html>. – Дата доступа: 10.04.2022.
- Интернет форум 'Схемы металлоискателей MD4U' [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://md4u.ru/viewtopic.php?f=77&t=5243>. – Дата доступа: 11.04.2022.
- Видео ресурс Youtube [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=EcuTsifSgBs>. – Дата доступа: 11.04.2022.
- Интернет-портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://libk.ru/articles/metalloiskateli/printsip-raboty-metalloiskatelya.php>. – Дата доступа: 11.04.2022.