

Д. П. МИХАЛЕВИЧ, Ю. А. КОЗУСЕВ

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. П.О. Сухого»

Гомель, Беларусь

Феррозонд – устройство, чувствительное к внешним постоянным и медленно меняющимся магнитным полям, содержащее ферромагнитные сердечники и обмотки, распределенные по их длине. Происходящие в феррозонде процессы связаны с существованием внешнего измеряемого поля и некоторого вспомогательного поля, образуемого за счет тока в одной из обмоток. Взаимодействие этих полей в объеме сердечников, изготавливаемых из легко насыщающихся магнитных материалов, приводит к появлению в измерительной обмотке э.д.с., по величине которой и судят о напряженности внешнего поля и создающего это поле измеряемого тока.

Феррозонды отличаются друг от друга по режиму работы, по способу наложения вспомогательного поля, по конструктивному исполнению в зависимости от диапазона и частотного спектра измеряемых полей, условий, в которых проводятся измерения, особенностей применяемых измерительных преобразователей [1].

В первом режиме работы по цепи возбуждения феррозонда протекает слабый переменный и достаточно сильный постоянный ток. Переменный ток образует поле, которое настолько мало, что почти не оказывает влияния на величину дифференциальной проницаемости сердечников  $\mu_{*д}$ . Напротив, постоянный ток создает поле, которое изменяет величину  $\mu_{д}$ .

Во втором режиме по цепи возбуждения феррозонда протекает только переменный ток. Амплитуда этого тока такова, что создаваемое им поле периодически доводит сердечники до состояния магнитного насыщения. Напротив, измеряемое поле настолько мало, что его наличие существенно не меняет общей картины перемагничивания сердечников.

Второй режим имеет ряд преимуществ по сравнению с первым. Основное преимущество – четногармонический спектр сигнала, который позволяет улучшить соотношение сигнал/помеха, т.к. помеха, обусловленная разбалансировкой феррозонда, характеризуется во втором режиме нечетногармоническим спектром э.д.с. Другим преимуществом данного режима является обеспечение устойчивости нуля феррозондов, которая обусловлена тем, что при большой амплитуде поля возбуждения перемагничивание сердечников осуществляется по предельной петле гистерезиса.

Независимо от выбранного режима работы феррозонды могут быть разделены по способу наложения вспомогательного переменного поля на феррозонды с продольным и поперечным возбуждением [1].

Феррозонд с продольным возбуждением (рис. 1) чаще всего выполняется в виде двух ферромагнитных сердечников с распределенными по их длине первичными и общей вторичной обмотками. Встречное включение первичных обмоток приводит к тому, что в отсутствие измеряемого поля э.д.с., наводимая во вторичной обмотке, близка к нулю. При наличии измеряемого поля баланс между потоками в первом и втором сердечниках нарушается и во вторичной обмотке появляется э.д.с., пропорциональная продольной компоненте внешнего поля.

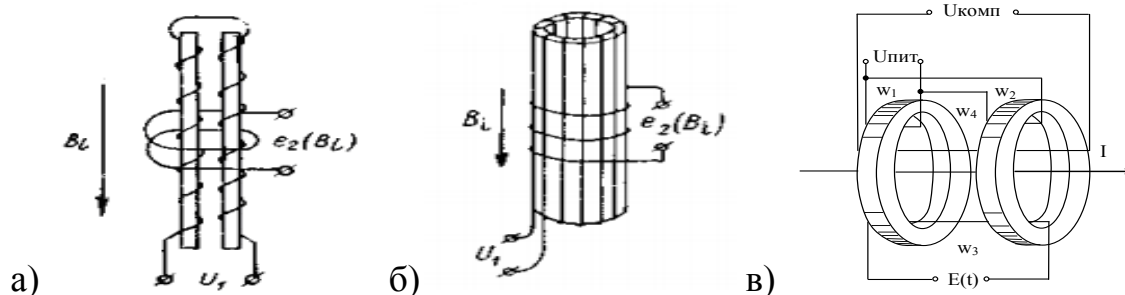


Рис. 1. Схема: а – феррозонд с продольным возбуждением; б – с поперечным; в – разработанный феррозонд

В феррозонде с поперечным возбуждением в качестве сердечника использована пермаллоевая трубка, по которой протекает переменный ток, создающий циркулярное (поперечное к продольной оси проволоки) магнитное поле, периодически намагничивающее трубку. В направлении продольной оси трубки нанесена измерительная обмотка, в которой при наличии внешнего поля наводится полезная э.д.с.

В результате исследования была выбрана схема феррозонда с продольным возбуждением, представленная на рис. 1, в [2, 3]. Феррозонд выполнен на двух кольцевых сердечниках из феррита марки М2000НМ. Питающее напряжение подключено к первичным обмоткам ( $w_1=w_2=150$  витков) и создает магнитные потоки. Компенсационная обмотка ( $w_4=50$  витков) предназначена для компенсации магнитного поля измеряемого тока. Четные гармоники наведенной в измерительной обмотке э.д.с. суммируются, формируя сигнал  $E(t)$ , пропорциональный измеряемому току.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Афанасьев, Ю. В.** Феррозонды / Ю. В. Афанасьев. – Л. : Энергия, 1969. – 167 с.
2. **Разин, Г. И.** Бесконтактное измерение электрических токов / Г. И. Разин. – М. : Атомиздат, 1974. – 156 с.
3. **Михалевич, Д. П.** Бесконтактный измеритель постоянных токов / Д. П. Михалевич // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы VIII междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и магистрантов. – Гомель: УО «ГГТУ им. П.О.Сухого», 2008 – С. 189–191.