



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 17.04.79 (21) 2754923/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.03.81. Бюллетень № 10

Дата опубликования описания 15.03.81

(11) 813338

(51) М. Кл.³

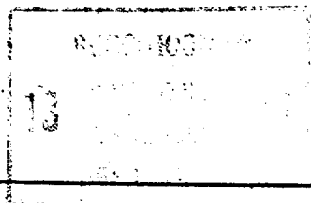
G 01 R 33/02

(53) УДК 621.317.
.44(088.8)

(72) Автор
изобретения

В.А. Прищепо

(71) Заявитель



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ПОМЕХ В ОБРАЗЦОВЫХ
МЕРАХ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для поверки динамических характеристик магнитомеров с низким порогом чувствительности и компенсацией магнитных помех.

Известно устройство для компенсации помех в образцовых мерах магнитной индукции, которое содержит меру магнитной индукции с образцовой и компенсационной обмотками, выполненных на общем каркасе, а также феррозонд с калибровочной и компенсационной обмотками, соединенный с электронным блоком магнитометра. Феррозонд с обмотками установлен внутри катушек образцовой меры на заданном расстоянии от центра, определяемом базой градиента внешнего поля помехи. При этом катушка компенсации помех меры и катушка отрицательной обратной связи феррозонда компенсационного канала соединены между собой последовательно-согласно и подключены к выходу электронного блока компенсационного магнитометра. Образцовая катушка подключена к источнику тока, часть которого обратной полярностью подана в калибровочную катушку феррозонда, компенсируя маг-

2

нитное поле образцовой катушки меры в объеме компенсационного феррозонда. Поэтому феррозонд воспринимает лишь магнитное поле внешних помех и с помощью цепи отрицательной обратной связи магнитометра компенсирует их. Близкое расположение от центра образцовой катушки, где помещается поверяемая катушка с нуль-индикатором, до компенсационного феррозонда обеспечивает компенсацию неоднородных магнитных полей от промышленных установок в объеме меры [1].

Недостатком этого устройства является недостаточная точность компенсации магнитной индукции переменных полей, обусловленная наличием фазовых сдвигов в рабочей обмотке меры и в калибровочной обмотке феррозонда, а также узкий частотный диапазон при воспроизведении магнитной индукции переменного поля, вызванный увеличивающейся погрешностью меры с увеличением частоты переменного тока в рабочей обмотке и ЭДС взаимной индукции и, как следствие, для замкнутой цепи компенсации, индуцированный ток, создающий поле встречного направления основному полю.

Цель изобретения - расширение частотного диапазона и повышение точности.

Цель достигается тем, что в устройстве для компенсации помех в образцовых мерах магнитной индукции, содержащем катушку с рабочей и компенсационной обмотками, источник переменного тока, подключенный к рабочей обмотке, резистор, магнитометр, первичный преобразователь которого с основной и двумя компенсационными обмотками установлен внутри меры, дополнительно введен дроссель, включенный последовательно с компенсационной обмоткой меры и первой компенсационной обмоткой первичного преобразователя между ними, вторая компенсационная обмотка первичного преобразователя соединена последовательно с рабочей обмоткой меры, при этом резистор подключен параллельно первой компенсационной обмотке первичного преобразователя.

Кроме того, первая и вторая обмотки компенсации первичного преобразователя выполнены в виде безмоментных катушек.

На фиг. 1 изображена структурная схема устройства, на фиг. 2 - зависимости воспроизведения магнитной индукции переменного поля от частоты для известного (1) и предлагаемого (2) устройства.

Устройство (фиг. 1) содержит рабочую обмотку 1, подключенную к источнику 2 переменного тока, обмотку 3 компенсации меры, электронный блок 4 магнитометра, первичный преобразователь 5, имеющий основную обмотку 6, соединенную со входом электронного блока 4 магнитометра, первую обмотку 7 компенсации, зашунтированную резистором 8 через дроссель 9 и обмотку 3 компенсации, подключенную к выходу электронного блока 4 магнитометра, вторую обмотку 10 компенсации, соединенную последовательно с рабочей обмоткой 1 и подключенные к источнику 2 переменного тока. Первая 7 и вторая 10 обмотки компенсации первичного преобразователя 5 выполнены безмоментными.

Устройство работает следующим образом.

Однородное магнитное поле Земли, имеющее постоянную и переменную составляющие, воспринимается и преобразуется первичным преобразователем 5 и через последовательно соединенную обмотку 3 компенсации меры в ее центре. Магнитное поле Земли компенсируется в объеме первичного преобразователя 5 и в центре рабочей обмотки 1 с помощью обмотки 3 компенсации одинаково при условии согласования постоянных обмоток 3 и 7 компенсации с помощью резистора 8. Магнит-

ная индукция, воспроизводимая рабочей обмоткой меры в объеме первичного преобразователя 5, компенсируется обмоткой 10 компенсации, включенной встречно рабочей обмотке 1 меры, по этой причине в витках обмоток 6 и 7 первичного преобразователя 5 переменная ЭДС взаимной индукции не наводится. В витках обмотки 3 компенсации меры при протекании переменного тока источника 2 по рабочей обмотке 1 меры наводится ЭДС взаимной индукции, и, как следствие, для замкнутой цепи компенсации переменный ток

$$\dot{I}_k = -\frac{j\omega M_{pk} \dot{I}_p}{Z_k}, \quad (1)$$

где ω - круговая частота переменного тока;

M_{pk} - коэффициент взаимной индукции между рабочей обмоткой 1 и обмоткой компенсации 3 меры;

I_p - амплитуда переменного тока, протекающего по рабочей обмотке 1;

Z_k - полное сопротивление цепи компенсации.

Магнитная индукция в центре меры, в соответствии с (1) определяется из выражения

$$\dot{B} \sim K_p \dot{I}_p \left(1 - \frac{K_k}{K_p} \frac{j\omega M_{pk}}{Z_k}\right), \quad (2)$$

где K_p и K_k - постоянные рабочей 1 и компенсационной 3 обмоток меры.

Полное сопротивление цепи компенсации определяется из выражений известное устройство (без дросселя)

$$Z_k = r_k + j\omega(L_k + L_{np}); \quad (3)$$

предлагаемое устройство (с дросселем)

$$Z_{kz} = r_k + r_d + j\omega(L_k + L_{np} + L_d), \quad (4)$$

где L_k , L_{np} , L_d - индуктивности обмоток компенсации 3 и 7 и дроссели 9 соответственно;

r_k - полное активное сопротивление цепи компенсации,

r_d - активное сопротивление дросселя.

В формулах (3) и (4) всегда выполняется условие $L_{np} \ll L_k$ и $r_d \ll r_k$, поэтому величинами L_{np} и r_d с целью упрощения выводов нижеследующих формул, пренебрегаем.

Подставляя (3) в (2) и учитывая, что $\frac{K_k}{K_p} = \frac{W_k R_p}{W_p R_k} = \frac{W_k \alpha_p}{W_p \alpha_k}$, $M_{pk} = K_{св} L_k L_p$

$L = W^2$, $\omega L_k \gg r_k$, получим выражение для определения магнитной индукции переменного поля известным устройством (без дросселя)

$$\dot{B} \sim \omega L_k \gg r_k = \dot{I}_p K_p (+K_{св} m),$$

где W_p и W_k - числа витков рабочей 1 и компенсационной 3 обмоток меры соответственно;

$m = \frac{R_p}{R_k} = \frac{d_p}{d_k}$ - отношение радиусов R круглых катушек или сторон a квадратных катушек рабочей 1 и компенсационной 3 обмоток меры в зависимости от выбранной конструкции;

L_p - индуктивность рабочей обмотки 1;

$K_{св}$ - коэффициент связи между рабочей 1 и компенсационной 3 обмотками меры.

При подстановке (4) в (2) и допущений приведенных ниже, а также при $L_2/L_k = n$ получим выражение для определения магнитной индукции переменного поля предлагаемого устройства (с дросселем)

$$B \sim \omega(L_k + L_2) \gg r_k = I_p K_p \left(1 - \frac{K_{св}^m}{n+1}\right). \quad (6)$$

При расположении рабочей 1 и компенсационной 3 обмоток меры в одних пазах катушки, коэффициент связи $K_{св} \rightarrow 1$ и $m \rightarrow 1$. В соответствии с формулой (5) воспроизводимая магнитная индукция стремится к нулю, а погрешность к 100% (см. фиг. 2 график 1). Уменьшение погрешности известного устройства (второе слагаемое формулы (5) связано с уменьшением m - отношения радиусов (сторон) рабочей 1 и компенсационной 3 обмоток меры, и, как следствие, уменьшением коэффициента связи $K_{св}$ между этими обмотками. Для заданной однородности воспроизведения магнитной индукции в некотором рабочем объеме, определяющей размер рабочей обмотки 1, обмотка 3 компенсации должна быть большего размера чем рабочая обмотка 1. Это приводит к усложнению конструкции меры и увеличению ампервитков обмотки компенсации, т.е. к повышению мощности затрачиваемой на компенсацию помех.

В предлагаемом устройстве в соответствии с формулой (6) последовательное соединение обмоток компенсации меры 3 и 7 первичного преобразователя 5 с дросселем 9 позволяет для любого выбранного отношения m в известном устройстве и соответствующего при этом значении коэффициента связи $K_{св}$ повысить точность компен-

сации помех переменной магнитной индукции $n+1$ раз (см. фиг. 2 график 11) при выбранном соотношении индуктивности дросселя 9 к индуктивности обмотки компенсации 3 меры $L_2/L_k = n$. Включение последовательно с компенсационными обмотками меры 3 и 10 первичного преобразователя 5 дросселя 9 с индуктивностью L_2 в n раз большей индуктивности обмотки 3 компенсации L_k уменьшает погрешность компенсации магнитной индукции переменного поля до величины $\frac{+00}{n+1} \%$ в диапазоне частот от нуля до $f = \frac{f_0}{\sqrt{n+1}}$, при которой начинает проявляться погрешность обмотки, обусловленная ее резонансными свойствами.

Применение безмоментных катушек в качестве обмоток 7 и 10 компенсации первичного преобразователя 5 повышает точность компенсации помех в центре рабочей обмотки 1.

Формула изобретения

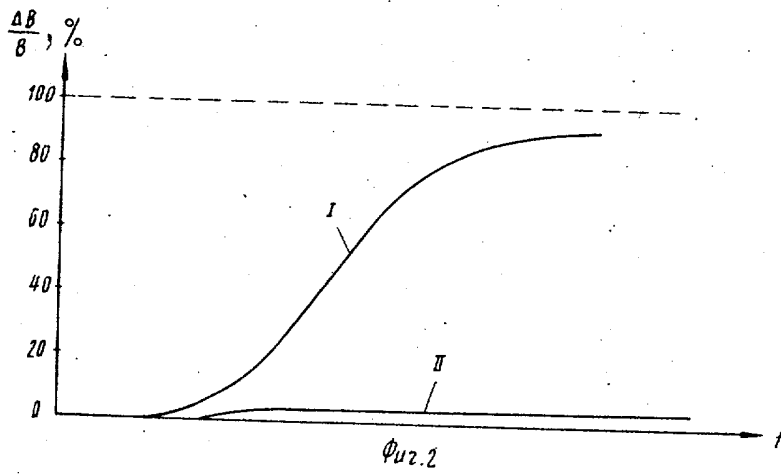
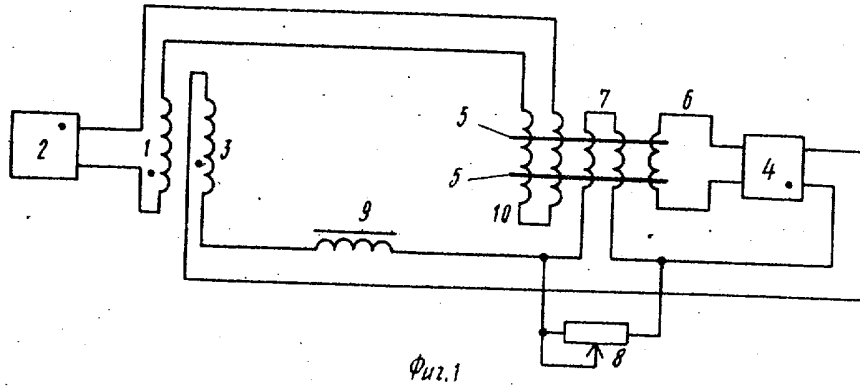
25 1. Устройство для компенсации помех в образцовых мерах магнитной индукции, содержащее катушку с рабочей и компенсационной обмотками, источник переменного тока, подключенный к рабочей обмотке, резистор, магнитометр, первичный преобразователь которого с основной и двумя компенсационными обмотками установлен внутри меры, отличающееся тем, что, с целью расширения частотного диапазона и повышения точности, в него дополнительно введен дроссель, включенный последовательно с компенсационной обмоткой меры и первой компенсационной обмоткой первичного преобразователя между ними, вторая компенсационная обмотка первичного преобразователя соединена последовательно с рабочей обмоткой меры, при этом резистор подключен параллельно первой компенсационной обмотке первичного преобразователя.

45 2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что первая и вторая обмотки компенсации первичного преобразователя выполнены в виде безмоментных катушек.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 566213, кл. G 01 R 33/02, 1977.



Редактор Т. Веселова Составитель Е. Данилина
 Техред Н. Ковалева Корректор С. Цомак

Заказ 767/57

Тираж 732

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4