

ФЕРРОЗОНДОВЫЙ МАГНИТОМЕТР С ТЕСТОВЫМ АЛГОРИТМОМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Разработчики: д.т.н. Брякин И.В.;
д.т.н. Денисов Г.С.

Цель разработки.

Измерения магнитных полей при проведении геофизических и космических исследований, разведке полезных ископаемых.

Краткое описание разработки.

В настоящее время существует целый ряд конкретных практических задач прикладной геофизики, решение которых требует надежного и точного измерения характеристик геомагнитного поля.

Для этих целей разработан феррозондовый магнитометр (ФМ) с новым тестовым алгоритмом функционирования, обеспечивающим свойство инвариантности результатов измерения к изменениям коэффициентов преобразования измерительных каналов ФМ.

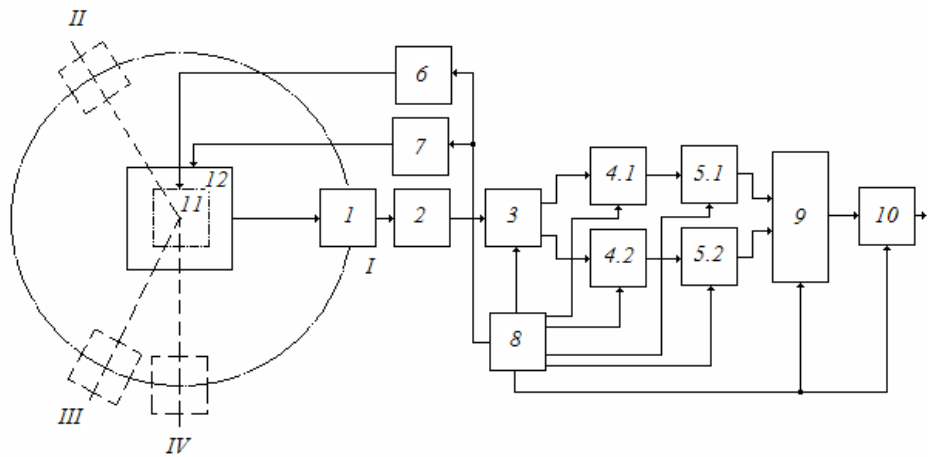
Параметры измеряемого полного вектора \mathbf{T} напряженности геомагнитного поля (модуль $|\mathbf{T}|$ и угловые координаты $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$) определяют с учетом заданных параметров T_0 и $\cos \alpha$ по результатам четырех измерительных процедур, реализуемых на соответствующих пространственных измерительных позициях ФМ (I, II, III и IV): 1) при совмещении продольной оси ФМ с координатной осью X, фиксируют величины синфазной U_{0C} и квадратурной U_{0K} составляющих суммарного сигнала U_0 с выхода измерительного канала ФМ; 2) при совмещении продольной оси ФМ с координатной осью Y, фиксируют величину квадратурной составляющей U_{120K} суммарного сигнала U_{120} с выхода измерительного канала ФМ; 3) при совмещении продольной оси ФМ с координатной осью Z, фиксируют величину квадратурной составляющих U_{240K} суммарного сигнала U_{240} с выхода измерительного канала ФМ; 4) при совмещении продольной оси ФМ с угловой координатой 270° , фиксируют величину синфазной составляющей U_{270C} суммарного сигнала U_{270} с выхода измерительного канала ФМ, при этом значения угловых координат полного вектора \mathbf{T} определяют из соотношений

$$\varphi_x = \arccos \left[U_{0K} \times \sqrt{\frac{3}{(U_{0K} + U_{120K} + U_{240K})^2} - \frac{1}{U_{270C}^2 \times \operatorname{tg}^2 \alpha}} \right],$$
$$\varphi_y = \arccos \left[U_{120K} \times \sqrt{\frac{3}{(U_{0K} + U_{120K} + U_{240K})^2} - \frac{1}{U_{270C}^2 \times \operatorname{tg}^2 \alpha}} \right],$$
$$\varphi_z = \arccos \left[U_{240K} \times \sqrt{\frac{3}{(U_{0K} + U_{120K} + U_{240K})^2} - \frac{1}{U_{270C}^2 \times \operatorname{tg}^2 \alpha}} \right],$$

а величину модуля полного вектора \mathbf{T} напряженности геомагнитного поля определяют по формуле

$$|\mathbf{T}| = \frac{\left[\sqrt{3U_{270C}^2 + (U_{0K}^2 + U_{120K}^2 + U_{240K}^2)} \right] \times T_0 \times \cos \alpha}{(U_{0C} - U_{270C})}.$$

Измерительный алгоритм реализуется посредством, специально разработанного варианта ФМ с тестовым алгоритмом функционирования.



Структурная блок-схема ФМ с тестовым алгоритмом функционирования:

1 – ФМ; 2 – вторичный измерительный преобразователь (селективный усилитель); 3 – синхронный детектор (СД) на удвоенную частоту напряжения возбуждения ФМ; 4.1 и 4.2 – СД соответственно синфазной и квадратурной составляющей выходного сигнала ФМ на частоте вспомогательного переменного магнитного поля; 5.1 и 5.2 – стролируемые АЦП соответственно для синфазной и квадратурной составляющей выходного сигнала ФМ; 6 – генератор для шагового двигателя; 7 – генератор возбуждения для ФМ; 8 – блок управления и синхронизации; 9 – кодоуправляемый мульти-плексор; 10 – вычислительный блок; 11 – шаговый двигатель; 12 – катушка возбуждения вспомогательного переменного магнитного поля.

ФМ выполнен с возможностью равномерного пространственного перемещения через четыре фиксированных положения, образующих измерительные позиции ФМ и совпадающих с географической (астрономической) системой координат X_G, Y_G, Z_G и координатной осью Θ . Перемещение ФМ с одной измерительной позиции на другую осуществляется поворотным устройством на базе шагового двигателя 11 с фиксированной угловой частотой ω . С помощью блока 8 фиксируются моменты прохождения компонентным ФМ координатных осей X_G, Y_G, Z_G, Θ и осуществляется необходимая синхронизация и управление режимами работы всех основных функциональных узлов магнитометра.

Весь измерительный процесс реализуется одним ФМ путем его равномерного вращения с угловой скоростью ω под углом α вокруг оси Ω с угловыми координатами $\alpha_x = \alpha_y = \alpha_z = \alpha = \arctg(\sqrt{2})$, а сами векторные измерения осуществляются при одновременном воздействии измеряемого магнитного поля T и направленного вдоль оси вращения Ω вспомогательного переменного магнитного поля T_0 с угловой частотой $\omega_0 = \omega$, синхронизированной соответствующим образом блоком 8.

Текущая информация о результатах измерения четырех измерительных тактов последовательно, в цифровом виде с выходов АЦП 5.1 и 5.2 через мультиплексор 9, вводится в вычислительный блок 10, который, реализуя измерительные алгоритмы, определяет требуемые параметры магнитного поля T в виде конкретных числовых значений.

Область применения разработки.

Рассматриваемый магнитометр предназначен для измерения трех ортогональных компонент слабого магнитного поля, жестко связанных с осями платформы, на которой он установлен. При заранее известной ориентации осей платформы с помощью магнитометра определяется вектор исследуемого поля, если же ориентация осей неизвестна, то данные измерений достаточны для оценки скалярной величины поля.

Данный тип магнитометра в сочетании с отдельными видами ФМ обладает высокой надежностью, устойчивостью к помехам и незначительным энергопотреблением, сравнительно малым весом и габаритами.

По существу, данный ФМ является прецизионным нуль-индикатором, с помощью которого можно с высокой точностью измерять компоненты геомагнитного поля; проводить работы, связанные с геофизическими исследованиями и с определением магнитной девиации, создаваемой различными подвижными объектами; обеспечивать эффективную работу различных следящих навигационных систем, осуществляющих соответствующую ориентацию тех или иных объектов по геомагнитному полю.

Технические характеристики разработки.

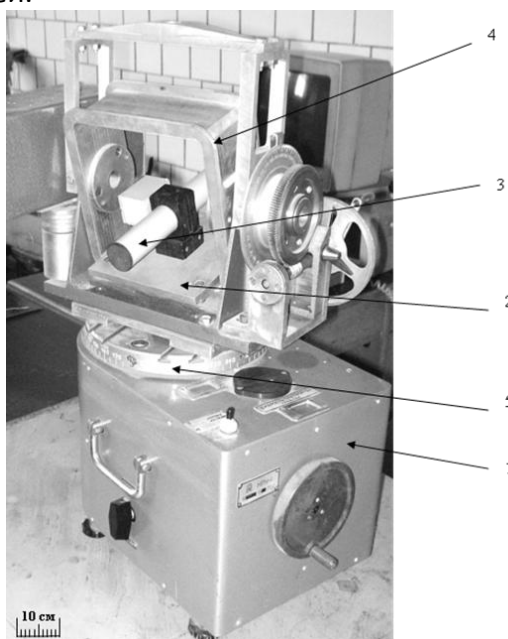
<i>Чувствительность по полю, А/м</i>	10^{-8}
<i>Напряжение питания, В</i>	± 15
<i>Потребляемая мощность, Вт не более</i>	0,1
<i>Габаритные размеры:</i>	
- блок датчика, мм	500×20
- измерительный блок, мм	100×25×10
<i>Масса комплекта, кг</i>	0,4

Возможные потребители разработки.

Научно-производственные объединения, осуществляющие геологоразведочные работы, связанные с поиском и разведкой месторождений полезных ископаемых; научные организации и ведомства, связанные с разработкой и эксплуатацией систем навигации.

Коммерческое предложение потребителям.

Планируется выполненную разработку, а так же все права на нее предложить основным производителям аналогичного оборудования и организациям, занимающимся его распространением или эксплуатацией. В долевом участии с приобретателем этой разработки организовать и курировать производство и эксплуатацию на объектах потенциальных потребителей.



Общий вид макета ФМ с тестовым алгоритмом функционирования:

1 – малогабаритное поворотное устройство (МПУ – 1); 2 – монтажная плата; 3 – феррозондовый магнитометр; 4 – поворотная рама; 5 – вращающаяся платформа МПУ

**Разработка запатентована.*

Патент на изобретение №2624597 РФ.

Патентообладатель: КРСУ.

Авторы: д.т.н. Брякин И.В.; д.т.н. Денисов Г.С.

Контактная информация

Г. Бишкек, пр.Чуй 265

Телефон: (0312) 64-19-58

E-mail: bivas2006@yandex.ru