



**ООО «НТЦ «Спектр»**

**МАГНИТОМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ  
ГРАФИЧЕСКИЙ**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Иа. 2.778.028 РЭ**

**Уфа 2015**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Назначение .....	4
2. Технические характеристики.....	5
3. Устройство и принцип работы .....	6
4. Указания мер безопасности.....	14
5. Подготовка магнитометра к работе.....	15
6. Порядок работы.....	15
6.1. Выбор режима работы.....	15
6.2. Проведение измерений.....	16
6.3. Замена элементов питания .....	19
7. Техническое обслуживание .....	20
8. Возможные неисправности и способы их устранения .	22
9. Правила транспортирования, хранения и утилизации.	23

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) позволяет ознакомиться с устройством и работой магнитометра универсального графического (далее по тексту – магнитометр) и устанавливает правила его эксплуатации, транспортирования и хранения, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности к работе.

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Магнитометр универсальный графический предназначен для измерения индукции и напряженности постоянного магнитного поля и исследования его топографии в диапазоне  $\pm 10\ 000$  мТл.

1.2. Магнитометр может применяться для измерения и исследования топографии сильных постоянных магнитных полей (в том числе, создаваемых на поверхности постоянных магнитов и внутри зазоров магнитных цепей).

1.3. Магнитометр может быть использован в полевых, цеховых и лабораторных условиях.

1.4. Источники электромагнитных промышленных помех должны быть удалены от магнитометра на расстояние не менее 3 м.

1.5. Степень защиты от проникновения твердых тел и воды для магнитометра IP41 по ГОСТ 14254-80.

1.6. Индикация результатов измерений – цифровая и графическая, в единицах измеряемой величины напряженности магнитного поля (мТл или А/см).

1.7. Индикатор показаний – жидкокристаллический графический дисплей с подсветкой для работы в условиях плохой освещенности.

1.8. По условиям эксплуатации магнитометр относится к виду климатического исполнения УХЛ 3.1 по

ГОСТ 15150-69 и может устойчиво работать при:

- температуре окружающего воздуха от минус 20°C до плюс 70°C,
- относительной влажности воздуха до 98% при температуре +25°C,
- атмосферном давлении от 84 кПа до 106,7 кПа.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазон измерений, мТл - от 0,01 до 9999,9

2.2. Предел допускаемой основной погрешности измерения напряженности постоянного магнитного поля определяется по формуле:

$$\Delta = 0,05 \times (5 + B_i) \text{ мТл,}$$

где  $B_i$  – показания магнитометра в мТл.

2.3. Электропитание магнитометра осуществляется от двух элементов типа АА.

2.4. Потребляемый ток, мА, не более:

- при работе без подсветки дисплея -  $85 \pm 0,5$

- при работе с подсветкой дисплея -  $140 \pm 0,5$

2.5. Время установления рабочего режима магнитометра, с, не более - 5

2.6. Время одного измерения, с, не более - 0,5

2.7. Время непрерывной работы магнитометра, ч, не менее - 24

2.8. Габаритные размеры, мм, не более:

- электронного блока

(длина × ширина × толщина) -  $136 \times 72 \times 28$

- преобразователя, мм (диаметр × длина) -  $8 \times 170$

- толщина преобразователя - 0,7

- длина кабеля преобразователя -  $950 \pm 50$

2.9. Масса, г:

- электронного блока с элементом питания - 200

- преобразователя магнитного поля с кабелем - 50

2.10. Среднее время восстановления работоспособности, ч - 5

2.11. Полный средний срок службы, лет - 10

2.12. Установленный срок службы, лет - 2

## 3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.1. Принцип работы магнитометра основан на физическом эффекте Холла с использованием линейных элементов (преобразователей) Холла типа ПХЭ606118В.

3.2. Структурная схема магнитометра приведена на рис.3.1.

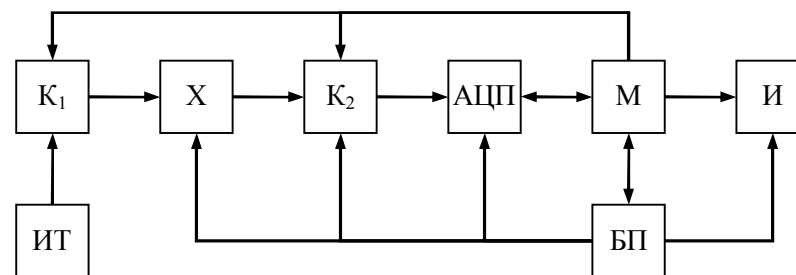


Рис.3.1. Структурная схема универсального графического магнитометра

ИТ – источник постоянного тока,  $K_1$ ,  $K_2$  – аналоговые переключатели, X – линейный элемент Холла, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, М – микропроцессорный контроллер, И – графический жидкокристаллический индикатор, БП – импульсный блок питания.

Магнитометр работает следующим образом.

Источник постоянного тока  $ИТ$  и система аналоговых переключателей  $K_1$  под управлением микропроцессорного контроллера  $M$  осуществляет четырехтактное возбуждение линейного элемента Холла типа ПХЭ606118В  $X$ . Напряжение на выходе элемента Холла  $X$  синхронно детектируется системой аналоговых переключателей  $K_2$  под управлением микропроцессорного контроллера  $M$  и поступает через инструментальный усилитель на вход аналого-цифрового преобразователя  $АЦП$ . В результате синхронного аналого-цифрового преобразования сигнала получается циклическая последовательность из четырех 24-разрядных цифровых кодов, на основе которой микропроцессорный контроллер  $M$  производит вычисление точного значения ЭДС Холла, преобразование его в единицы измерения индукции или напряженности магнитного поля (мТл или А/см) и вывод полученного результата в цифровом или графическом виде на жидкокристаллический индикатор  $И$ . Микропроцессорный контроллер  $M$  также осуществляет мониторинг состояния системы питания  $БП$  магнитометра.

3.3. Внешний вид магнитометра с преобразователем магнитного поля показан на рис.3.2.

3.3.1. Магнитометр состоит из электронно-измерительного блока 1 и преобразователя магнитного поля 2, подключаемого к электронно-измерительному блоку через разъем.

3.3.2. На передней панели электронно-измерительного блока расположены графический жидкокристаллический дисплей 3, кнопка включения питания 4, кнопка включения подсветки дисплея 5, кнопка переключения режима измерений («статический» или «динамический») 6 и кнопка удержания показаний на дисплее 7 (рис.3.3).

3.3.3. Крышка батарейного отсека расположена на



Рис.3.2. Внешний вид универсального графического магнитометра

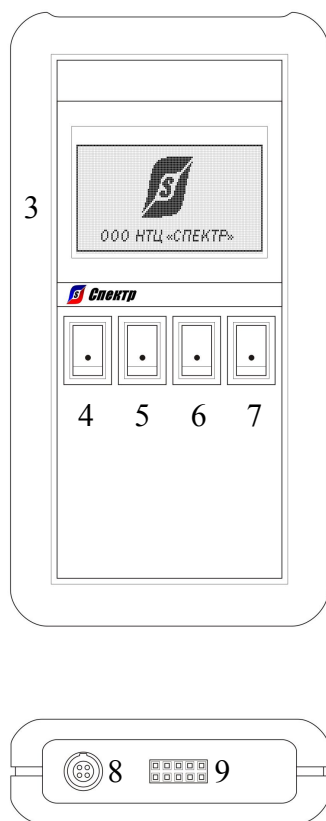
1 – электронно-измерительный блок,  
2 – преобразователь магнитного поля.

задней стенке корпуса электронно-измерительного блока. Для того чтобы извлечь элементы питания из батарейного отсека нужно слегка надавить на крышку батарейного отсека и сдвинуть ее вниз.

3.3.4. На торцевой части электронно-измерительного блока находится панель разъемов магнитометра (рис.3.3).

3.3.4.1. Круговой разъем 8 служит для подключения преобразователя магнитного поля к электронно-измерительному блоку.

3.3.4.2. Прямоугольный диагностический разъем 9 используется изготовителем для проведения быстрой



*Рис.3.3. Расположение органов управления и разъемов электронно-измерительного блока универсального графического магнитометра*

*3 – жидкокристаллический дисплей, 4 – кнопка включения питания, 5 – кнопка включения подсветки экрана, 6 – кнопка переключения режима измерений, 7 – кнопка удержания показаний на экране, 8 – разъем для подключения преобразователя магнитного поля, 9 – диагностический разъем.*

диагностики состояния узлов магнитометра и обновления его программного обеспечения.

### **3.4. Назначение органов индикации и управления магнитометра**

3.4.1. Жидкокристаллический дисплей 3 служит для отображения информации в процессе работы магнитометра.

3.4.2. Кнопка 4 предназначена для включения электрического питания магнитометра.

При включении кнопки 4 на экране магнитометра на короткое время появляется логотип ООО «НТЦ «Спектр» (рис.3.3), после которого магнитометр перейдет в установленный режим измерения (рис.3.4).

3.4.3. Кнопка 5 служит для включения подсветки экрана магнитометра. При включении кнопки 5 экран освещается дополнительным светом для улучшения отображения цифровых показаний магнитометра.

3.4.4. Кнопка 6 служит для переключения режима измерений («статический» или «динамический»).

3.4.4.1. При отключении кнопки 6 магнитометр переходит в режим статических измерений, о котором сигнализирует надпись «СТАТ» в левом нижнем углу экрана (рис.3.4а). В режиме статических измерений на экране магнитометра крупными цифрами отображается цифровое показание индукции магнитного поля. При этом в правом нижнем углу экрана магнитометра отображается индикатор уровня заряда аккумуляторной батареи (см. п.3.4.6 настоящего руководства).

С целью подавления влияния изменений температуры окружающей среды и внешних механических напряжений на параметры линейного элемента Холла, в статическом режиме осуществляется четырехтактное возбуждение и обработка сигнала.

3.4.4.2. При включении кнопки 6 магнитометр

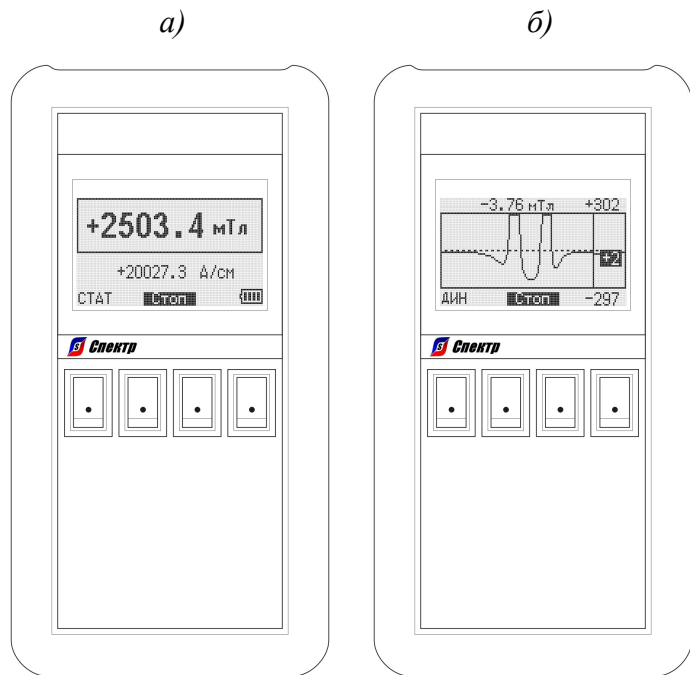


Рис.3.4. Отображение информации на экране магнитометра при работе в статическом (а) и динамическом режиме измерения (б)

переходит в режим динамических измерений, о котором сигнализирует надпись «ДИН» в левом нижнем углу экрана (рис.3.4б). В режиме динамических измерений производится непрерывное построение графической развертки измеренных значений индукции магнитного поля по времени, которая дополняется цифровыми показаниями в верхней части экрана магнитометра.

Графическая развертка представляет собой прямоугольную область экрана, разделенную линией начального уровня сигнала (горизонтальная пунктирная линия на рис.3.4б) на две равные области. Справа от линии начального уровня сигнала и рядом с верхней и нижней

границами графической развертки отображаются соответствующие значения уровней сигнала, в мТл.

Слева направо на графической развертке непрерывно перемещается вертикальный курсор, вслед за которым производится построение графика измеренных значений индукции магнитного поля. Когда курсор доходит до конца экрана, он снова появляется в начале экрана и начинает свое движение слева направо. В этот момент производится автоматический пересчет начального уровня сигнала и числовых значений верхней и нижней границ графической развертки с целью обеспечения наилучшей информативности графика измеренного сигнала, который практически всегда остается внутри диапазона графической развертки.

3.4.5. Кнопка 7 используется для удержания показаний на экране магнитометра. При включении кнопки 7 процесс непрерывного измерения принудительно останавливается, при этом на экране магнитометра появляется надпись «Стоп» (рис.3.4).

После отключения кнопки 7 процесс измерения индукции магнитного поля возобновляется.

3.4.6. При работе в статическом режиме измерения в правом нижнем углу экрана магнитометра отображается индикатор уровня заряда аккумуляторной батареи (рис.3.4а), который имеет 5 состояний:

- ▣ – аккумуляторы полностью заряжены;
- ▣ – заряд аккумуляторов составляет примерно 75%;
- ▣ – заряд аккумуляторов составляет примерно 50%;
- ▣ – заряд аккумуляторов составляет менее 25%;
- ✖ – аккумуляторная батарея полностью разряжена, при этом на экране магнитометра отсутствуют цифровые показания и мигает надпись «Батарея разряжена!». Для продолжения работы с магнитометром необходимо сменить аккумуляторы или зарядить их.

В динамическом режиме измерения осуществляется

фоновый мониторинг состояния аккумуляторной батареи, при этом индикатор уровня заряда не отображается.

### 3.5. Преобразователь магнитного поля

3.5.1. Преобразователь магнитного поля (рис.3.5) предназначен для измерения напряженности постоянного магнитного поля в диапазоне  $\pm 10\,000$  мТл.

3.5.2. На рабочей поверхности преобразователя магнитного поля (рис.3.5а) имеется отверстие, внутри которого установлен элемент Холла типа ПХЭ606118В, имеющий линейные размеры  $2,0 \times 1,5 \times 0,6$  мм.

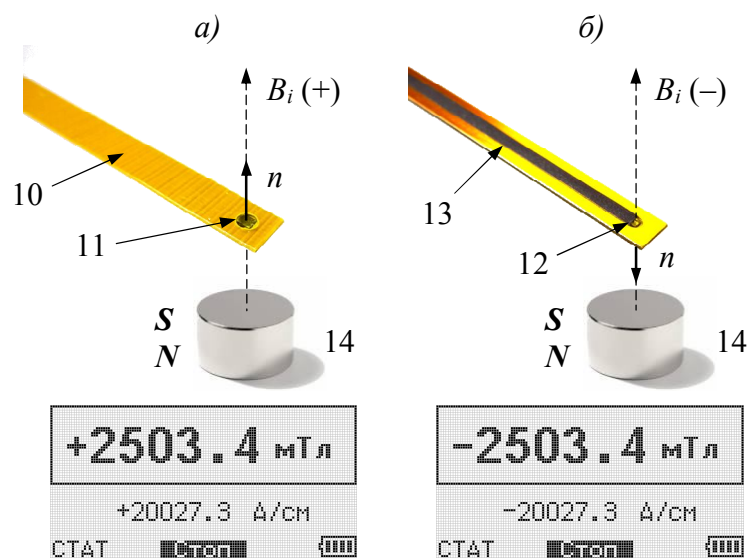


Рис.3.5. Устройство преобразователя магнитного поля, вид с лицевой (а) и с обратной (б) стороны

10 – рабочая поверхность, 11 – линейный элемент Холла типа ПХЭ606118В, 12 – электрические контакты, 13 – группа электрических проводов от линейного элемента Холла к торцевому разъему преобразователя магнитного поля, 14 – постоянный магнит.

3.5.3. Чувствительная область элемента Холла, имеющая линейные размеры  $0,45 \times 0,15$  мм, ориентирована параллельно рабочей поверхности преобразователя магнитного поля и расположена на удалении  $0,05$  мм от нее.

3.5.4. Показания магнитометра соответствуют величине нормальной по отношению к рабочей поверхности преобразователя магнитного поля составляющей вектора индукции постоянного магнитного поля  $B_i$ , которая численно равна скалярному произведению вектора индукции магнитного поля  $B$  и единичного вектора нормали  $n$  (рис.3.5).

Знак «+» перед цифровым показанием магнитометра означает, что нормальная составляющая вектора индукции постоянного магнитного поля в точке измерения выходит из рабочей поверхности преобразователя магнитного поля (рис.3.5а).

Знак «-» перед цифровым показанием магнитометра означает, что нормальная составляющая вектора индукции постоянного магнитного поля в точке измерения входит в рабочую поверхность преобразователя магнитного поля (рис.3.5б).

## 4. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. К эксплуатации, обслуживанию и ремонту магнитометра допускаются лица, изучившие разделы 2-5 настоящего руководства по эксплуатации, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности при работе с электроустановками.

4.2. Замена элементов электрической схемы магнитометра на этапе настройки должна проводиться при отключенном напряжении питания.

4.3. При работе с магнитометром должны быть соблюдены требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТЭ-84» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей ПТБ-84».

## 5. ПОДГОТОВКА МАГНИТОМЕТРА К РАБОТЕ

5.1. Перед включением магнитометра после его транспортирования, выдержать магнитометр в нормальных условиях применения не менее 2 часов.

5.2. Вложить в батарейный отсек элементы питания типа АА, с соблюдением полярности контактов.

5.3. Подключить к электронному блоку преобразователь магнитного поля с помощью разъема, вставив кабельную часть разъема в приборную часть разъема до щелчка.

5.4. Включить магнитометр, нажав кнопку питания. При этом на экране магнитометра, появится логотип ООО «НТЦ «Спектр», затем установится показание измеренного значения индукции постоянного магнитного поля.

5.5. При условиях плохой освещенности, для улучшения видимости показаний на экране магнитометра, включить кнопку подсветки экрана.

## 6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 6.1. Выбор режима работы

Магнитометр имеет два режима работы: режим статических и динамических измерений.

6.1.1. Режим статических измерений предназначен для проведения точных измерений величины индукции постоянного магнитного поля.

6.1.2. Режим динамических измерений предназначен для исследования топографии постоянного магнитного поля, либо для наблюдения изменений величины индукции магнитного поля по времени в заданной точке пространства.

6.1.3. Для перехода в режим динамических измерений магнитометра включить кнопку 6 (рис.3.3).

6.1.4. Для перехода в режим статических измерений магнитометра отключить кнопку 6 (рис.3.3).

### 6.2. Проведение измерений

6.2.1. Для измерения нормальной составляющей вектора индукции постоянного магнитного поля на поверхности металлического изделия или постоянного магнита установить преобразователь магнитного поля рабочей плоскостью в заданную точку поверхности контролируемого изделия (рис.3.6).



Рис.3.6. Измерение нормальной составляющей вектора индукции постоянного магнитного поля на торцевой (а) и боковой (б) поверхности стального изделия

6.2.2. Для измерения касательной (тангенциальной) составляющей вектора индукции постоянного магнитного поля на поверхности металлического изделия или постоянного магнита установить преобразователь магнитного поля ребром рабочей плоскости в заданную





Рис.3.7. Измерение тангенциальной составляющей вектора индукции магнитного поля на торцевой (а) и боковой (б) поверхности стального изделия.

точку поверхности контролируемого изделия (рис.3.7).

6.2.3. Для измерения величины индукции постоянного магнитного поля в зазоре металлического изделия или магнитной цепи необходимо предварительно очистить его от посторонних частиц и загрязнений при помощи кисти или сжатого воздуха, затем измерить ширину зазора при помощи штангенциркуля или микрометра.

6.2.3.1. В случае если измеренное значение ширины зазора составило не менее 0,7 мм, ввести преобразователь магнитного поля в исследуемый зазор, соблюдая осторожность и не прикладывая чрезмерного усилия (рис.3.8).

6.2.3.2. В случае если измеренное значение ширины зазора составило менее 0,7 мм, то проведение измерения индукции постоянного магнитного поля внутри данного зазора невозможно.

6.2.4. Для исследования топографии постоянного магнитного поля в режиме динамических измерений плавно перемещать преобразователь магнитного поля вдоль поверхности металла, сохраняя при этом ориентацию преобразователя магнитного поля неизменной (рис. 3.9).

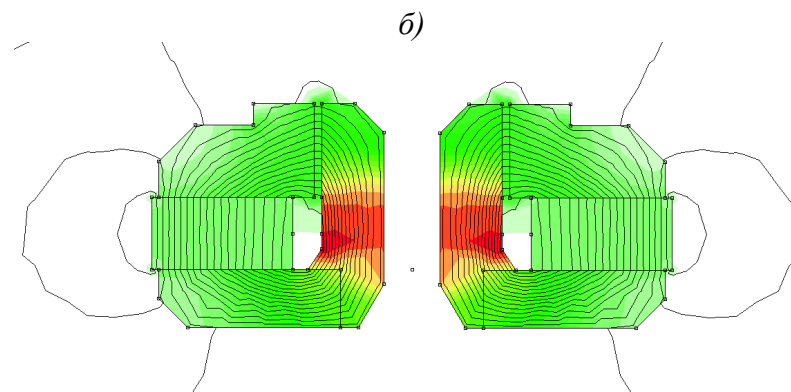
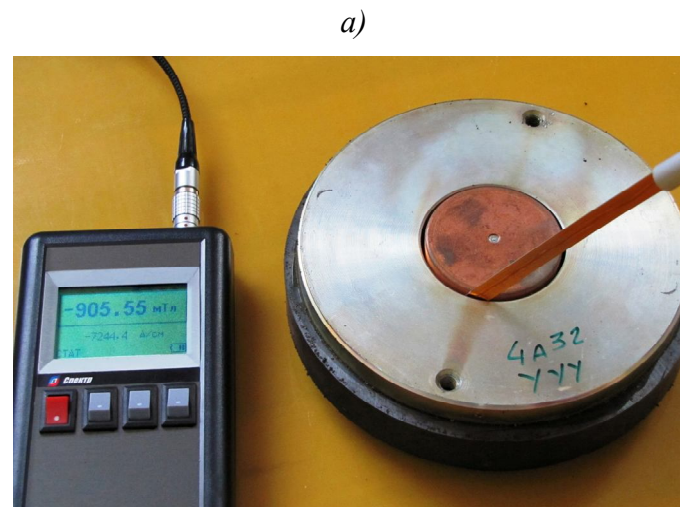
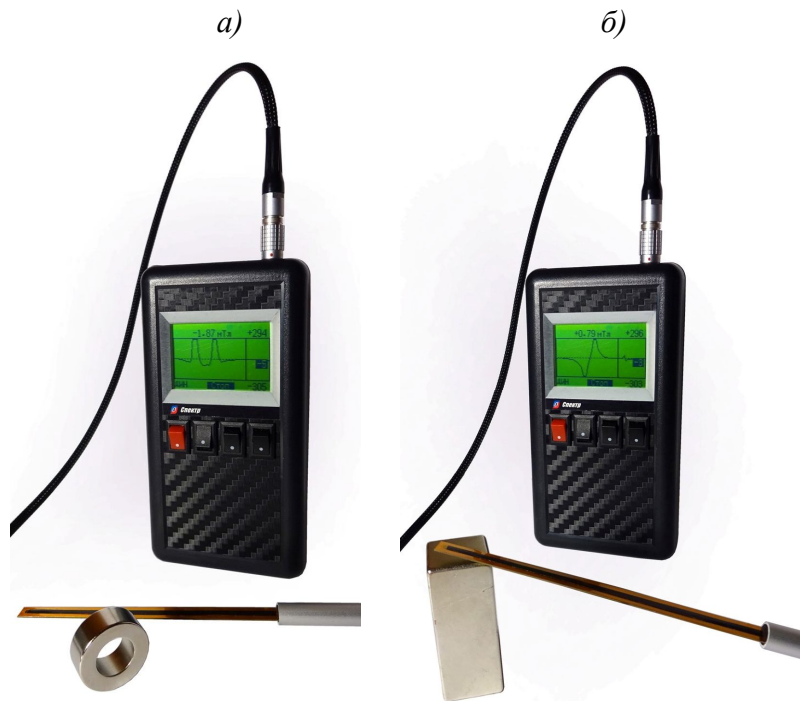


Рис.3.8. Измерение индукции постоянного магнитного поля в зазоре электромагнитного привода (а) и распределение магнитного потока в электромагнитном приводе (б)

6.2.5. Для удержания результатов измерения индукции постоянного магнитного поля на экране магнитометра включить кнопку 7 (рис.3.3).



*Рис.3.9. Исследование топографии магнитного поля в плоскости полюсов постоянных магнитов кольцевого (а) и прямоугольного (б) типа*

### **6.3. Замена элементов питания**

6.3.1. По мере уменьшения заряда элементов питания типа АА происходит уменьшение числа делений индикатора уровня заряда (см. п.3.4.6 настоящего руководства).

В случае если аккумуляторы полностью разрядились (о чем свидетельствует отсутствие на экране магнитометра цифровых показаний и мигающая надпись «Батарея разряжена!»), необходимо сменить аккумуляторы или зарядить их.

6.3.2. Выключить питание магнитометра, открыть крышку батарейного отсека электронно-измерительного блока и вынуть элементы питания типа АА.

Вставить свежезаряженные элементы питания типа АА, соблюдая полярность контактов, и закрыть крышку батарейного отсека.

## **7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

7.1. Обслуживание магнитометра производится техническим персоналом из подразделений цеха контрольно-измерительных приборов (КИП) или аналогичных.

7.2. Техническое обслуживание магнитометра состоит из профилактического осмотра, планово-профилактического ремонта и текущего ремонта.

7.3. Периодичность плановых осмотров устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже одного раза в месяц. При профилактическом осмотре проверяются крепление всех узлов, состояние органов управления и лакокрасочных покрытий, целостность измерительного преобразователя магнитного поля.

7.4. Планово-профилактический ремонт производится после истечения гарантийного срока и далее не реже одного раза в год.

Ремонт включает в себя визуальный осмотр магнитометра, осмотр внутреннего состояния монтажа, проверку надежности контактных соединений, удаление пыли и грязи. При этом выполняются все виды работ, необходимость которых выявлена при профилактическом осмотре магнитометра. В случае выхода из строя радиоэлементов магнитометра, они подлежат замене.

7.5. Текущий ремонт производится в ходе эксплуатации магнитометра. При этом устраняются

неисправности, замеченные при профилактическом осмотре, путем замены или восстановления отдельных частей магнитометра (замена радиоэлементов, восстановление нарушенных электрических связей и т.п.).

## 8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

8.1. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1.

Возможная неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При включении питания на экране магнитометра нет информации.	1. Разряжены элементы питания.  2. Плохой контакт в цепи питания.	Зарядить элементы питания. Заменить элементы питания. Зачистить контакты в батарейном отсеке.
Горит индикатор разряда батарей.	Разряжены элементы питания	Зарядить элементы питания. Заменить элементы питания.
Показания магнитометра не меняются.	Обрыв в соединении кабеля с преобразователем магнитного поля.  Неисправен преобразователь магнитного поля.	Найти место обрыва и, если возможно, устранить.  Заменить преобразователь магнитного поля.

## **9. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ**

9.1. Магнитометр должен транспортироваться в упаковке с отключенными от электронного блока элементами питания.

9.2. Транспортирование упакованного магнитометра может производиться в закрытых железнодорожных вагонах или контейнерах, на автомашинах, а также в отапливаемых отсеках самолетов.

9.3. Упакованный магнитометр должен быть закреплен в транспортных средствах, а при использовании открытых транспортных средств в случае кратковременного транспортирования защищены от воздействия атмосферных осадков и воды.

9.4. Размещение и крепление упакованного магнитометра в транспортных средствах должны обеспечивать их устойчивое положение, исключить возможность соударения с другими объектами, а также о стенки транспортного средства.

9.5. Условия транспортирования:

- температура, °С - от минус 30 до плюс 80,
- относительная влажность при температуре +35°С, % - 95.

9.6. Магнитометр в транспортной упаковке выдерживает тряску с ускорением  $15 \text{ м/с}^2$  при частоте от 10 до 120 ударов в минуту или 7500 ударов с тем же ускорением.

9.7. Упакованный магнитометр с отключенным от электронного блока элементом питания должен храниться на стеллажах в сухом помещении при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей.

9.8. Условия хранения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать

требованиям «Л» ГОСТ 15150-69.

9.9. Расположение магнитометра в хранилищах должно обеспечивать его свободное перемещение и доступ к нему.

9.10. При хранении магнитометра больше 6 месяцев его следует освободить от транспортной упаковки и содержать в соответствии с вышеуказанными условиями хранения в потребительской упаковке.