

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ»
(ФГУП «УНИИМ»)

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ФГУП «УНИИМ»
по научной работе



С.В.Медведевских

2009 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ИЗМЕРИТЕЛЬ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

ИМАГ-400Ц

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 12-261-2009

Екатеринбург
2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА:

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)

2 ИСПОЛНИТЕЛИ:

| | |
|--|--------------|
| Заведующий лабораторией 261 ФГУП «УНИИМ» | Малыгин М.А. |
| Ведущий инженер лаборатории 261 ФГУП «УНИИМ» | Шимолин Ю.Р. |

3 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «УНИИМ» «__» _____ 2009 г.

4 ВВЕДЕНА ВЗАМЕН «ГСИ. Измеритель напряженности магнитного поля ИМАГ-400Ц. Методика поверки»
(МП 44-261-2003)

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ | 4 |
| 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ | 4 |
| 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ | 5 |
| 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ | 5 |
| 5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ | 6 |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ | 6 |
| 7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ | 6 |
| 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ | 7 |
| 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ | 9 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) КОНТРОЛЬ ЗНАЧЕНИЯ ПОСТОЯННОЙ СОЛЕНОИДА | 10 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое) ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ИМАГ-400Ц | 13 |

Государственная система обеспечения единства измерений.
Измеритель напряженности магнитного поля ИМАГ-400Ц.
Методика поверки.

МП 12-261-09

Срок введения в действие _____ 2009 г.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на измеритель напряженности магнитного поля ИМАГ-400Ц и устанавливает методику его первичной и периодической поверок.

Измеритель напряженности магнитного поля ИМАГ-400Ц (далее по тексту – измеритель) предназначен для измерения напряженности:

- постоянного магнитного поля;
 - максимального (амплитудного) значения переменного магнитного поля промышленной частоты;
 - максимального (амплитудного) значения однократного импульса магнитного поля,
- в частности для измерения тангенциальной и нормальной составляющих напряженности магнитного поля на поверхности изделий, подвергаемых магнитопорошковому контролю методом приложенного поля.

Измеритель обеспечивает измерение напряженности магнитного поля в диапазоне от 200 до 70000 А/м [2 до 700 А/см]. Показания прибора индицируются в А/см по основной шкале и в мТл по дополнительной шкале.

Предел допускаемого значения абсолютной погрешности измерения напряженности магнитного поля для доверительной вероятности 0,95 не превышает:

- в режиме непрерывных измерений, А/м $\pm(0,03 \times H + 200)$,
[А/см] $[\pm(0,03 \times H + 2,0)]$,
где Н – измеряемая величина в А/м [А/см];
- в режиме непрерывных измерений, мТл $\pm(0,03 \times B + 0,2)$,
где В – измеряемая величина в мТл;
- в режиме однократных импульсных измерений не нормируется.

Первичную поверку производят при выпуске измерителя из производства и после ремонта.

Периодическую поверку проводят один раз в год.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

| | |
|--|--|
| ПР 50.2.006-94 | Порядок проведения поверки средств измерений. |
| ПР 50.2.012-94 | Порядок аттестации поверителей средств измерений. |
| ГОСТ 12.1.006-84 | Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. |
| ГОСТ 12.2.007.0-75 | Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. |
| ГОСТ 12.3.019-80 | Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности. |
| ГОСТ 28498-90 | Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытания. |
| ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00) | Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. |

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| № п/п | Наименование операции | Номер пункта методики | Проведение операции при | |
|-------|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 | Внешний осмотр | 8.1 | Да | Да |
| 2 | Опробование | 8.2 | Да | Да |
| 3 | Определение диапазона измерения напряженности магнитного поля | 8.3 | Да | Нет |
| 4 | Определение абсолютной погрешности измерения напряженности магнитного поля в непрерывном режиме | 8.4 | Да | Да |

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки измерителя ИМАГ-400Ц применяют следующие средства поверки:

- соленоид магнитного поля с рабочей зоной в виде цилиндра высотой не менее 10 мм вдоль оси соленоида и диаметром не менее 10 мм и обеспечивающий магнитное поле напряженностью не менее 70000 А/м (см. Приложение А обязательное);
- источник стабильного постоянного тока, обеспечивающий плавное регулирование тока в соленоиде и имеющий такую мощность, которая необходима для получения в соленоиде напряженности постоянного магнитного поля не менее 70000 А/м;
- источник стабильного переменного тока промышленных частот, обеспечивающий плавное регулирование тока в соленоиде и имеющий такую мощность, которая необходима для получения в соленоиде напряженности переменного магнитного поля не менее 70000 А/м;
- амперметр постоянного тока, позволяющий измерять токи, необходимые для получения в соленоиде напряженности постоянного магнитного поля не менее 70000 А/м и обеспечивающий измерения с погрешностью не более 0,5 %;
- амперметр переменного тока, позволяющий измерять токи, необходимые для получения в соленоиде напряженности переменного магнитного поля не менее 70000 А/м и обеспечивающий измерения с погрешностью не более 0,5 %;
- психрометр аспирационный типа М-34 по ТУ 25.1607.054 с диапазоном измерений относительной влажности от 10 до 100% и относительной погрешность не более ± 6 %;
- термометр технический по ГОСТ 28498 с диапазоном измерений от 0 до 50 °С с ценой деления 1 °С;
- фиксирующее устройство (оправка) для ориентации датчика измерителя вдоль оси соленоида и обеспечивающее при многократной установке датчика в заданную точку рабочего объема разброс показаний измерителя не более ± 20 % допускаемой погрешности поверяемого прибора.

4.2 Допускается при поверке измерителя ИМАГ-400Ц применение средств поверки, не приведенные в 4.1, но обеспечивающие определение метрологических характеристик измерителя с требуемой точностью.

4.3 Средства измерений и испытательное оборудование, применяемые для поверки должны быть поверены (аттестованы) и иметь действующие свидетельства (аттестаты) или клейма.

5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению операций поверки измерителя ИМАГ-400Ц допускаются лица, имеющие образование не ниже среднего технического, аттестованные согласно ПР 50.2.012, имеющие право на поверку магнитоизмерительных приборов, прошедшие курс обучения работе на измерителе и ознакомившиеся с Руководством по эксплуатации РЭ 422289-001-20872624-2003 (далее - РЭ) на измеритель напряженности магнитного поля ИМАГ-400Ц.

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки измерителя ИМАГ-400Ц к работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками напряженностью до 1000 В.

6.2 Средства измерений и испытательное оборудование, применяемые для поверки измерителя ИМАГ-400Ц, должны быть заземлены, электрическое сопротивление заземляющего провода не более 0,1 Ом.

6.3 При проведении поверки измерителя должны соблюдаться требования электробезопасности по ГОСТ 12.1.006-84, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.2.007.0-75 и ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00).

7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 20 ± 5; |
| - относительная влажность воздуха, % | 55 ± 25; |
| - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | от 84 до 106,7; (от 630 до 800); |
| - напряжение питающей батареи гальванических элементов измерителей (аккумуляторных батарей), В | от 6 до 9; |
| - напряжение питающей сети, В | 220 ± 22; |
| - частота переменного тока, Гц | 50 ± 0,5. |

Вибрация и тряска должны отсутствовать.

7.2 Перед проведением поверки выдержать измеритель и средства поверки не менее 4 часов в условиях по 7.1.

7.3 Установить поверяемый измеритель, образцовые приборы и прочие средства поверки в рабочее положение и подготовить их к работе в соответствии с техническими описаниями.

7.4 Соленоид при измерениях должен быть расположен горизонтально так, чтобы его ось была перпендикулярна к горизонтальной составляющей внешнего магнитного поля, направление которой определяют компасом. Вблизи соленоида не должно быть больших ферромагнитных масс и других источников магнитных полей.

7.5 Включить приборы в сеть и прогреть их в течение 15 минут.

7.6 Провести контроль значения постоянной соленоида согласно приложения А (обязательное). Контроль постоянной соленоида проводится не реже 1 раза в 6 месяцев.

7.7 Для измерителя выполнить операции согласно 2.2.2-2.2.4 РЭ.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие комплектности измерителя ИМАГ-400Ц требованиям 1.3.1 РЭ на прибор.

8.1.2 Измеритель не должен иметь механических повреждений, следов коррозии (на всех частях прибора и датчика), влияющих на работу измерителя, надписи на корпусе прибора должны быть четкими и легко читаться, кнопки включения режимов должны легко нажиматься и не выпадать.

8.1.3 Если требования 8.1.1, 8.1.2 не выполняются, измеритель признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.2 Опробование

8.2.1 Измерительный преобразователь поверяемого прибора помещают в соленоид.

8.2.2 Регулируемым источником постоянного тока в обмотки соленоида подают ток (I) приблизительно равный 0,5 А (напряженность магнитного поля в соленоиде должна быть в диапазоне от 20 до 300 А/м).

8.2.3 Нажимают кнопку непрерывного режима работы на измерителе, при этом должны загореться индикаторы цифрового табло. Убеждаются в нормальном свечении всех разрядов цифрового индикатора.

8.2.4 Изменяя направление тока в обмотке соленоида (изменение направления вектора напряженности магнитного поля), добиваются, чтобы сдвоенный двухцветный светодиод индикации полярности магнитного поля поменял цвет с красного на зеленый или наоборот.

8.2.5 При отсутствии показаний измерителя, нарушений в свечении цифрового табло, при полном или частичном не срабатывании двухцветного светодиода, прибор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.3 Определение диапазона измерения напряженности магнитного поля

8.3.1 Измерительный преобразователь поверяемого прибора с помощью специального фиксирующего устройства (оправки) помещают в рабочую зону соленоида.

8.3.2 Регулируемым источником постоянного тока в обмотки соленоида подают ток (I , А) равный

$$I = 7 \times 10^4 \times \frac{1}{K}, \quad (1)$$

где K - постоянная соленоида, м^{-1} ,

т.е. устанавливают в соленоиде напряженность магнитного поля $H_{\text{ист.}}$ равное 700 А/см.

Снимают показания измерителя (H , А/см).

8.3.3 Проводят операции согласно 8.3.1-8.3.2 для противоположного направления постоянного магнитного поля в соленоиде.

8.3.4 Результат (показания измерителя ИМАГ-400Ц) должен быть не меньше, чем 679 А/см ($H \geq 700 - 0,03 \cdot 700$) для обоих направлений поля.

8.3.5. Если требования 8.3.4 не выполняются, измеритель признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.4 Определение абсолютной погрешности измерения напряженности магнитного поля в непрерывном режиме

8.4.1 Определение погрешности при измерении постоянного магнитного поля

8.4.1.1 Измерительный преобразователь поверяемого прибора с помощью специального фиксирующего устройства (оправки) помещают в рабочую зону соленоида.

Поверку измерителя проводят при пяти значениях напряженности магнитного поля: 2, 100, 300, 500, 700 А/см.

8.4.1.2 Регулируемым источником постоянного тока в обмотки соленоида подают ток и по измерителю ИМАГ-400Ц устанавливают напряженность магнитного поля (H , А/см) в соленоиде равное 2 А/см. Измерив с помощью амперметра силу тока в цепи соленоида, рассчитать теоретическое значение напряженности магнитного поля ($H_{уст.}$, А/см) согласно формуле:

$$H_{уст.} = K \times I \times 10^{-2}, \quad (2)$$

где K - постоянная соленоида, m^{-1} ;

I - сила тока в цепи соленоида, А.

Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б рекомендуемое).

8.4.1.3 Для значения напряженности магнитного поля вычисляют величину абсолютной погрешности измерителя ИМАГ-400Ц по формуле:

$$\Delta = |H - H_{уст.}|, \quad (3)$$

где H - значение напряженности магнитного поля в соленоиде по измерителю ИМАГ-400Ц, А/см;

$H_{уст.}$ - теоретическое значение напряженности магнитного поля, полученное по формуле 2, А/см.

Результаты расчетов заносят в протокол (приложение Б рекомендуемое).

8.4.1.4 Изменяя направление тока в обмотке соленоида, меняют направление вектора напряженности магнитного поля относительно плоскости чувствительной поверхности преобразователя Холла на противоположное и повторяют операции 8.4.1.2-8.4.1.3.

8.4.1.5 Повторяют операции 8.4.1.1.-8.4.1.4 для значений напряженности магнитного поля H равных 100, 300, 500, 700 А/см.

8.4.2 Определение погрешности при измерении переменного магнитного поля

8.4.2.1 Измерительный преобразователь поверяемого прибора с помощью специального фиксирующего устройства (оправки) помещают в рабочую зону соленоида.

Поверку измерителя проводят при пяти значениях напряженности переменного магнитного поля: 2, 100, 300, 500, 700 А/см.

8.4.2.2 Регулируемым источником переменного тока в обмотки соленоида подают ток и устанавливают напряженность переменного магнитного поля (H , А/см) в соленоиде равное 2 А/см. Измерив с помощью амперметра переменного тока значение силы тока ($I_{изм.}$, А) в цепи соленоида, рассчитывают теоретическое значение напряженности магнитного поля ($H_{уст.}$, А/см) согласно формуле 2, где I - амплитудное значение силы тока в цепи соленоида в амперах, рассчитанное по формуле

$$I = \sqrt{2} \times I_{изм.} \quad (4)$$

Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б рекомендуемое).

8.4.2.3 Абсолютную погрешность измерения напряженности магнитного поля определяют согласно 8.4.1.3.

8.4.2.4 Повторяют операции 8.4.2.1-8.4.2.3 для значений напряженности переменного магнитного поля H равных 100, 300, 500, 700 А/см.

8.4.3 Абсолютная погрешность измерения напряженности магнитного поля для доверительной вероятности 0,95 в режиме непрерывных измерений не должна превышать $\pm(0,03 \times H + 2,0)$ А/см, где H - измеряемая величина (в А/см).

8.4.4 Если требования 8.4.3 не выполняются, измеритель признают непригодным к применению.

8.4.5 Проверка дополнительной шкалы

8.4.5.1 Переводят переключатель измерителя «А/см - мТл» в положение «мТл».

8.4.5.2 Регулируемым источником постоянного тока в обмотки соленоида подают ток и по измерителю ИМАГ-400Ц устанавливают индукцию магнитного поля (B , мТл) в соленоиде равную 50 мТл. Измерив с помощью амперметра силу тока в цепи соленоида, рассчитывают теоретическое значение индукции магнитного поля ($B_{уст.}$, мТл) согласно формуле:

$$B_{уст.} = K \cdot I \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot \pi, \text{ мТл} \quad (5)$$

где K - постоянная соленоида, м^{-1} ; I - сила тока в цепи соленоида, А.

8.4.5.3 Для данного значения индукции магнитного поля вычисляют величину абсолютной погрешности по формуле:

$$\Delta = |B - B_{уст.}|, \quad (6)$$

где B - значение индукции магнитного поля в соленоиде по измерителю, мТл; $B_{уст.}$ - теоретическое значение индукции магнитного поля, полученное по формуле 2, мТл.

Результат заносят в протокол.

8.4.5.4 Изменяя направление тока в обмотке соленоида, меняют направление вектора индукции магнитного поля на противоположное и повторяют операции 8.4.5.2-8.4.5.3.

Результат заносят в протокол.

8.4.6 Абсолютная погрешность измерения индукции магнитного поля для доверительной вероятности 0,95 в режиме непрерывных измерений не должна превышать $\pm(0,03 \cdot B + 0,2)$ мТл, где B - измеряемая величина (в мТл).

8.4.7 Если требования 8.4.6 не выполняются, измеритель признают непригодным к применению.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом, форма которого приведена в рекомендуемом приложении Б.

9.2 Положительные результаты поверки измерителя ИМАГ-400Ц оформляются согласно ПР 50.2.006 выдачей свидетельства о поверке.

9.3 Отрицательные результаты поверки измерителя ИМАГ-400Ц оформляются согласно ПР 50.2.006 выдачей извещения о непригодности с указанием причин непригодности, свидетельство о предыдущей поверке аннулируется.

Исполнители:

Зав. лабораторией 261 ФГУП «УНИИМ»

 М.А.Мальгин

Ведущий инженер лаборатории 261

 Ю.Р.Шимолин

Приложение А (обязательное)

Контроль значения постоянной соленоида

А1 Средства контроля постоянной соленоида

А1.1 При проведении контроля постоянной соленоида применяют следующие средства измерений и испытательное оборудование:

- электромагнит, обеспечивающий в зазоре равном сумме высот двух датчиков (датчика тесламетра и датчика измерителя магнитной индукции Ш1-9) магнитную индукцию не менее 50 мТл и с неоднородностью, не превышающей 0,05 % на сантиметр (для уверенного получения сигнала ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на Ш1-9);
- источник стабильного постоянного тока, обеспечивающий плавное регулирование тока в соленоиде и имеющий такую мощность, которая необходима для получения в соленоиде напряженности постоянного магнитного поля не менее 70000 А/м;
- амперметр постоянного тока, позволяющий измерять токи, необходимые для получения в соленоиде напряженности постоянного магнитного поля не менее 70000 А/м и обеспечивающий измерения с погрешностью не более 0,5 %;
- тесламетр с датчиком Холла с диапазоном измерения от 25 до 100 мТл и относительной погрешностью измерения в этом диапазоне не более 1,0 %. Датчик тесламетра по размерам должен входить в соленоид и межполюсной зазор электромагнита;
- измеритель магнитной индукции типа Ш1-9 с диапазоном измерения от 25 до 100 мТл и относительной погрешностью измерения в этом диапазоне не более 0,1 %.

А1.2 Допускается при контроле постоянной соленоида применение средств измерений и испытательное оборудование, не приведенные в 1.1, но обеспечивающие определение постоянной соленоида с требуемой точностью.

А1.3 Средства измерений и испытательное оборудование, применяемые для контроля постоянной соленоида, должны быть поверены (аттестованы) и иметь действующие свидетельства (аттестаты) или клейма.

А2 Проведение контроля постоянной соленоида

А2.1 Контроль значения постоянной производят в рабочей зоне соленоида, которая должна представлять из себя цилиндр высотой не менее 10 мм вдоль оси соленоида и диаметром не менее 10 мм.

А2.2 Помещают датчик тесламетра в центр рабочей зоны (точка 1 сечения Б рис.1) так, чтобы ось соленоида была перпендикулярна плоскости чувствительной поверхности преобразователя Холла.

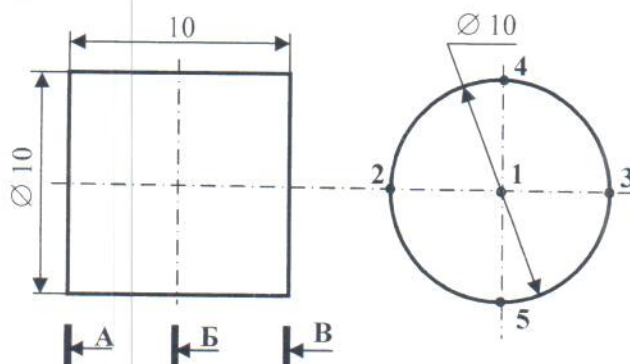


Рисунок А1 – Схема расположения точек контроля постоянной соленоида в его рабочей зоне.

A2.3 Регулируя источником постоянного тока ток в обмотках соленоида, по тесламетру устанавливают индукцию магнитного поля в соленоиде (B^* , мТл) равную 50,0 мТл. С помощью амперметра измеряют силу тока в цепи соленоида.

Результат измерений заносят в таблицу А1.

Таблица А1

| Сечение | Точка | Показания тесламетра B^* , мТл | Показания амперметра I , А | Показания измерителя магнитной индукции B , мТл | Постоянная соленоида K , м ⁻¹ | Среднее значение постоянной соленоида $K_{ср}$, м ⁻¹ | Оценка СКО S_K , м ⁻¹ | Сист.сост. погрешности θ_K , м ⁻¹ | Абсолютная погрешность Δ_K , м ⁻¹ | |
|---------|-------|----------------------------------|------------------------------|---|--|--|------------------------------------|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| А | 1 | 50,0 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| Б | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| В | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| А | 1 | -50,0 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| Б | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| В | 1 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |

A2.4 Помещают датчик тесламетра последовательно в остальные точки рабочей зоны согласно рисунку А1, следя чтобы ось соленоида была перпендикулярна плоскости чувствительной поверхности преобразователя Холла.

A2.5 Для каждой исследуемой точки рабочей зоны повторяют действия согласно 2.3.

A2.6 Изменяя направление тока в обмотке соленоида, меняют направление вектора индукции магнитного поля относительно плоскости чувствительной поверхности преобразователя Холла на противоположное и повторяют операции А2.2-А2.5.

A2.7 В зазор электромагнита, подключенного к источнику питания, помещают датчики тесламетра и измерителя магнитной индукции Ш1-9 один над другим так, чтобы линии напряженности магнитного поля были расположены перпендикулярно плоскостям датчиков, причем вертикальная ось чувствительных элементов обоих датчиков совпадала.

A2.8 Регулируя значения тока в обмотках электромагнита, добиваются на тесламетре значений магнитной индукции (B^* , мТ) равных 50 мТл, -50 мТл. Показания (B , мТл) измерителя магнитной индукции Ш1-9, соответствующие каждому конкретному показанию тесламетра заносят в протокол.

A2.9 Рассчитывают постоянную соленоида (K_{ijk} , м^{-1}) для каждой исследуемой точки рабочей зоны (рисунок 1) по формуле:

$$K_{ijk} = \frac{796,2 \cdot B_{ijk}}{I_{ijk}}, \quad (1)$$

где B – значение магнитной индукции, измеренное с помощью измерителя Ш1-9 и соответствующее показанию тесламетра (B^*), мТл;

I – значение тока, соответствующее показанию тесламетра (B^*), А;

i – индекс исследуемой точки каждого из сечений (рис.1) рабочей зоны ($i = 1, 2, \dots, 5$);

j – индекс сечения (рисунок А1) рабочей зоны ($j = 1$ [сечение А], 2 [сеч. Б], 3 [сеч. В]);

k – индекс значений магнитной индукции (B^*), измеренной тесламетром ($k = 1$ [$B^* = 50,0$ мТл], 2 [$B^* = -50,0$ мТл]).

Результат вычислений заносят в таблицу 1.

A2.10 Для ряда значений постоянной соленоида (K_{ijk} , м^{-1}) вычисляют среднее значение ($K_{cp.}$, м^{-1}), оценку средней квадратической погрешности единичного измерения (S_K) и систематическую составляющую погрешности (θ) по формулам:

$$K_{cp.} = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^2 K_{ijk} \quad (2)$$

$$S_K = \sqrt{\frac{1}{29} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^2 (K_{ijk} - K_{cp.})^2} \quad (3)$$

$$\theta_K = \max \theta_{ijk}, \quad (4)$$

где

$$\theta_{ijk} = 1,1 \cdot K_{cp.} \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta B}{B_{ijk}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I_{ijk}}\right)^2}, \quad (5)$$

где ΔB – погрешность измерения магнитной индукции измерителем Ш1-9, мТл;

ΔI – погрешность измерения силы тока, А.

Результат вычислений заносят в таблицу А1.

A2.11 По результатам, вычисленным по формулам 2, 3 и 4, рассчитывают относительную суммарную погрешность определения постоянной соленоида (δ_K , %):

$$\delta_K = \pm \frac{2}{K_{cp.}} \cdot \sqrt{S_K^2 + \frac{\theta_K^2}{3}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Результат вычислений заносят в таблицу 1.

A2.12 Относительная суммарная погрешность определения постоянной соленоида (δ_K , %) не должна превышать $\pm 0,8$ %.

A2.13 Если условие A2.12 не выполняется, то контроль постоянной соленоида повторяют для индукции магнитного поля в соленоиде (B^* , мТл), устанавливаемой по тесламетру, равной 30,0 (-30,0), 40,0 (-40,0) мТл [контроль по значению B^* равному 50,0 (-50,0) мТл уже получен], и проводят расчеты для объединенного ряда значений постоянной соленоида (K_{ijk} , м^{-1} , где k – индекс значений магнитной индукции (B^*), измеренной тесламетром ($k = 1, 2, \dots, 6$) с заменой числа наблюдений с 30 на 90. Если и в этом случае относительная суммарная погрешность определения постоянной соленоида (δ_K , %) превышает $\pm 0,8$ %, то заменяют соленоид на другой, удовлетворяющий требованиям A2.12.

**Приложение Б
(рекомендуемое)**

Форма протокола поверки измерителя ИМАГ-400Ц

- 1 Тип прибора _____ Измеритель ИМАГ-400Ц _____
- 2 Предприятие-изготовитель _____
- 3 Год изготовления _____, заводской номер _____
- 4 Пределы измерения: _____ H : 2 – 700 А/см B : 0,2 – 94,2 мТл _____
- 5 Предел абсолютной погрешности измерения напряженности магнитного поля для доверительной вероятности 0,95 в режиме непрерывных измерений:
 $\pm (0,03 \cdot H + 2,0)$ А/см, где H – измеряемая напряженность магнитного поля, А/см ,
 $\pm (0,03 \cdot B + 0,2)$ мТл, где B – измеряемая индукция магнитного поля, мТл .
- 6 Дата предыдущей поверки _____
- 7 Поверяется в соответствии с МП 12-261-09 «ГСИ. Измеритель напряженности магнитного поля ИМАГ-400Ц. Методика поверки»
- 8 Условия поверки: температура _____ °С, отн. влажность _____ %, давление _____ мм рт.ст.,
 9 напряжение питающей сети _____ В, частота сети _____ Гц.
- 10 Средства поверки*:
- 1) Соленоид типа _____ № _____ $K =$ _____ m^{-1} , $\delta_K =$ _____ %
- 2) Амперметр типа _____ № _____, $\delta =$ _____ %
- 3) Амперметр типа _____ № _____, $\delta =$ _____ %
- 4) Источник постоянного тока типа _____ № _____
- 5) Источник переменного тока типа _____ № _____
- 6) Тесламетр типа _____ № _____, $\delta =$ _____ %
- 7) Измеритель магнитной индукции типа Ш1-9 № _____, $\delta =$ _____ %
- 8) Гигрометр психрометрический типа _____ № _____, $\delta =$ _____ %
- 9) Термометр технический типа _____ № _____

* - Средства поверки должны иметь действующие свидетельства (аттестаты) или клейма.

Результаты поверки

- 1 Результаты внешнего осмотра соответствуют, не соответствуют требованиям 8.1 МП.
(ненужное зачеркнуть)
- 2 Результаты опробования соответствуют, не соответствуют требованиям 8.2 МП.
(ненужное зачеркнуть)
- 3 Результаты определения диапазона измерения напряженности магнитного поля:

| Условное направление магнитного поля | Теор. значение напряженности магнитного поля $H_{ист.}$, А/см | Сила тока I , А | Показания ИМАГ-400Ц H , А/см | Допуск, А/см |
|--------------------------------------|--|-------------------|--------------------------------|--------------|
| + | 700 | | | 679 |
| - | 700 | | | 679 |

- 4 Результаты определения предела абсолютной погрешности измерения напряженности магнитного поля в непрерывном режиме:

| Условное направление магнитного поля | Показания ИМАГ-400Ц H , А/см | Сила тока I , А | Теор. значение напряженности магнитного поля $H_{ист.}$, А/см | Абсолютная погрешность Δ , А/см | Допуск $\pm(0,03 \cdot H + 2)$, А/см |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------|--|--|---------------------------------------|
| + | 2 | | | | 2,1 |
| - | 2 | | | | 2,1 |
| ~ | 2 | | | | 2,1 |
| + | 100 | | | | 5,0 |
| - | 100 | | | | 5,0 |
| ~ | 100 | | | | 5,0 |
| + | 300 | | | | 11,0 |
| - | 300 | | | | 11,0 |
| ~ | 300 | | | | 11,0 |
| + | 500 | | | | 17,0 |
| - | 500 | | | | 17,0 |
| ~ | 500 | | | | 17,0 |
| + | 700 | | | | 23,0 |
| - | 700 | | | | 23,0 |
| ~ | 700 | | | | 23,0 |

- 5 Результаты проверки дополнительной шкалы

| Условное направление магнитного поля | Показания ИМАГ-400Ц B , мТл | Сила тока I , А | Теор. значение индукции магнитного поля $B_{ист.}$, мТл | Абсолютная погрешность Δ , мТл | Допуск $\pm(0,03 \cdot B + 0,2)$, мТл |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------|--|---------------------------------------|--|
| + | 50,0 | | | | 1,7 |
| - | 50,0 | | | | 1,7 |

- 6 Измеритель соответствует, не соответствует требованиям МП и РЭ.
(ненужное зачеркнуть)

- 7 Измеритель годен, не годен к применению.
(ненужное зачеркнуть)

Организация, проводящая поверку _____

Поверку произвел _____
Подпись _____ Инициалы, Фамилия _____

Дата поверки _____

Оттиск поверительного клейма (печать)