

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное Государственное Унитарное Предприятие
«Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Гистерезисграфы автоматические АМН – 300

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 108-261-2014

л.р. 61297-15

г. Екатеринбург
2015

Предисловие

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

2 ИСПОЛНИТЕЛИ: Зам. зав. лаб. 261, эксперт-метролог в области испытаний средств измерений электрических и магнитных величин
Маслова Т.И.
Ведущий инженер лаб.261 Савичева Е.В.

З УТВЕРЖДЕНА ФГУП «УНИИМ» «*Б*» Леон 2015 г.

4 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	4
4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	5
5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	6
6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	6
7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	6
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
8.1 Внешний осмотр	6
8.2 Опробование	6
8.3 Проверка сопротивления электрической изоляции гистерезисграфа	7
8.4 Проверка идентификационных данных ПО	7
8.5 Определение максимальной напряженности магнитного поля и случайной составляющей относительной погрешности измерения напряженности магнитного поля в центре полюса электромагнита	7
8.6 Определение метрологических характеристик.....	8
8.6.1 Определение относительной погрешности измерения магнитного потока.....	8
8.6.2 Определение случайной составляющей относительной погрешности измерения магнитных характеристик.....	9
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	11

Государственная система обеспечения единства измерений. Гистерезисграф автоматический АМН – 300. Методика поверки.	МП 108-261-2014
--	-----------------

Срок введения в действие «05» мая 2015

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика (далее – МП) распространяется на Гистерезисграфы автоматические АМН – 300 (далее - гистерезисграфы), предназначенные для измерений магнитных характеристик магнитотвердых материалов (магнитотвердые ферриты, сплавы альнико) в режиме перемагничивания квазистатическим магнитным полем в относительно-замкнутой магнитной цепи кривых намагничивания и размагничивания и магнитотвердых материалов на основе редкоземельных металлов (Sm-Co, Nd-Fe-B) в режиме снятия кривой размагничивания.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверок гистерезисграфов.

Интервал между поверками – один год.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ПР 50.2.006-94	ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.
ПР 50.2.012-94	ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений.
РД 50 – 486 - 84	Методические указания. Катушки магнитного потока и измерительные катушки. Методы и средства поверки

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки гистерезисграфов должны выполняться операции согласно таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

№	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4	5
1	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2	Опробование	8.2	Да	Да
3	Проверка сопротивления электрической изоляции гистерезисграфов	8.3	Да	Нет
4	Проверка идентификационных данных программного обеспечения	8.4	Да	Да

1	2	3	4	5
5	Определение максимальной напряженности магнитного поля и случайной составляющей относительной погрешности измерения напряженности магнитного поля в центре полюса электромагнита	8.5	Да	Да
6	Определение метрологических характеристик: – диапазон и относительная погрешность измерения постоянного магнитного потока;	8.6		
	– случайная составляющая относительной погрешности измерения магнитных характеристик.	8.6.1 8.6.2	Да Да	Да Да

3.2 Если при выполнении той или иной операции выявлено несоответствие установленным требованиям, поверка приостанавливается, выясняются и устраняются причины несоответствия, после этого повторяется поверка по операции, по которой выявлено несоответствие.

3.3 В случае повторного выявления несоответствия установленным требованиям поверку прекращают, выдается извещение о непригодности.

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– Тесламетр TX-4/1, диапазон измерения магнитной индукции постоянного поля от 0,2 до 2,0 Тл, относительная погрешность не более 0,5 %;

– Катушка взаимной индуктивности (далее – КВИ) Р – 536, номинальное значение 0,01 Гн, КТ 0,2;

– Катушка взаимной индуктивности (далее – КВИ) Р – 536, номинальное значение 0,001 Гн, КТ 0,2;

– Вольтметр универсальный GDM – 8246, диапазон измерений –U до 1000 В, ~U до 700 В до 100 кГц, -I до 20 А, ~I до 20 А до 2 кГц, R до 100 МОм, ПГ по ТО (для диапазона (0 – 2) А, ПГ±(0,002·X+5·k) А, для диапазона (0 – 500) Ом, ПГ±(0,001·X+4·k) Ом, где X - измеренное значение, k – разрешение);

– Мегаомметр M4100/3, диапазон измерений (0 – 100) МОм, КТ 1,0;

– Термогигрометр CENTER-313, диапазон измерения влажности от 10 до 100 %, абсолютная погрешность ±2,5 %, диапазон измерения температуры от минус 20 до 60 °C, абсолютная погрешность ± 0,7 °C;

4.2 При проведении поверки используют следующее вспомогательное оборудование:

– Источник напряжения и тока стабилизированный Б3-796.4, диапазон измерения тока (0 – 8) А, диапазон измерения напряжения (0 – 60) В;

– Набор концевых мер длины, диапазон измерения (0,5 – 100) мм;

– Образцы феррита, Nd-Fe-B, SmCo и AlNiCo, входящие в комплект гистерезисграфов и имеющие сертификаты калибровки, выданные калибровочной лабораторией магнитных измерений «Laboratorio Elettrofisico Engineering Srl» (Италия).

4.3 При проведении поверки гистерезисграфов допускается применение не указанных в п.4.2 вновь разработанных образцов феррита, Nd-Fe-B, SmCo и AlNiCo, а так же других образцов магнитотвердых материалов, обеспечивающих определение метрологических характеристик гистерезисграфов с требуемой точностью.

4.4 Средства измерений, применяемые для поверки, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (клейма), стандартные образцы должны иметь действующие паспорта (сертификаты калибровки).

4.5 Допускается применять другие средства поверки и вспомогательное оборудование, обеспечивающие определение метрологических характеристик гистерезисграфов с требуемой точностью.

5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению операций поверки допускаются специалисты организаций, аккредитованных на право поверки средств измерений в соответствующей области, и ознакомившиеся с технической документацией на гистерезисграфы и настоящей методикой поверки (МП).

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки гистерезисграфов к работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

6.2 Средства измерений и испытательное оборудование, применяемые для поверки гистерезисграфов, должны быть заземлены, электрическое сопротивление заземляющего провода не более 0,1 Ом.

6.3 При проведении поверки гистерезисграфов должны соблюдаться требования электробезопасности по ГОСТ 12.2.007-0, ГОСТ 12.3.019

7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 0 до 35
 - относительная влажность воздуха, не более, % 80
 - напряжение питающей сети, В 220 ± 22
 - частота питающей сети, Гц 50 – 60

Вибрация и тряска должны отсутствовать.

7.2 Перед проведением поверки выдерживают гистерезисграфы и средства поверки не менее 2 ч в нормальных условиях по 7.1

7.3 Измерительные катушки гистерезисграфов должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке, согласно РЛ 50 – 486.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие комплектности гистерезисграфа требованиям 2 Паспорта

8.1.2 Гистерезисграф не должен иметь механических повреждений, следов коррозии на металлических частях электронного блока и электромагнита.

8.1.3 При проведении внешнего осмотра устанавливают наличие заземления гистерезисграфа

8.1.4 Если требования 8.1.1, 8.1.2, 8.1.3 не выполняются, гистерезисграф признают недопригодным к применению, дальнейшие операции поверки не проводят.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании гистерезисграфа необходимо провести измерения магнитных характеристик стандартного образца магнитотвердого материала, входящего в комплект гистерезисграфа.

8.2.2 При отсутствии показаний гистерезисграф признается непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производятся.

8.3 Проверка сопротивления электрической изоляции гистерезисграфа

8.3.1 Измерение сопротивления электрической изоляции проводят мегаомметром между замкнутыми концами вилки сетевого питания и корпусом гистерезисграфа.

8.3.2 Сопротивление электрической изоляции должно быть не менее 20 МОм.

8.3.3 Если требование 8.3.2 не выполняется, гистерезисграф признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не проводят.

8.4 Проверка идентификационных данных ПО

Идентификационные данные ПО должны соответствовать указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Hyst-2009
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.00
Цифровой идентификатор ПО	
Другие идентификационные данные	-

8.5 Определение максимальной напряженности магнитного поля и случайной составляющей относительной погрешности измерения напряженности магнитного поля в центре полюса электромагнита

8.5.1 Максимальную напряженность магнитного поля определяют с помощью тесламетра. Зафиксировав зазор 5 мм между полюсными наконечниками LP-60 диаметром 60 мм, при входном напряжении $U_{max}=50$ В в режиме «Измерение в первом и втором квадранте» по центру полюсного наконечника на нижнем полюсе (Рисунок 1), устанавливают датчик тесламетра.

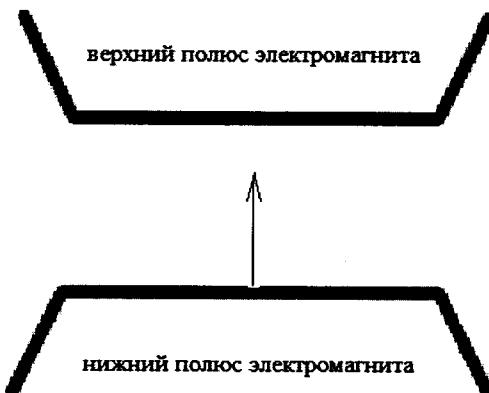


Рисунок 1 – Схема установки датчика тесламетра при изменении напряженности магнитного поля

Периодически включая и выключая гистерезисграфы с перерывом в 10 минут, снимают пять показаний тесламетра B_i , Тл. За результат измерения принимают среднее из пяти показаний.

8.5.2 Максимальное значение напряженности магнитного поля рассчитывается по формуле

$$H_{изм} = \frac{\bar{B}}{\mu_0}, \quad (1)$$

где $H_{изм}$ – максимальное значение поля, А/м;

μ_0 – магнитная постоянная, $12,56 \cdot 10^{-7}$, Гн/м;

\bar{B} – среднее значение результатов измерения тесламетром, Тл.

Максимальная напряженность магнитного поля для зазора 5 мм должна быть не менее 2000 кА/м.

8.5.3 Относительную погрешность измерения напряженности магнитного поля определяют для всех видов полюсов при расположении датчика прибора в центре межполюсного пространства по формуле

$$\delta H_i = \frac{|H_{i \text{ изм}} - H_{i \text{ обр}}|}{H_{i \text{ обр}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где δH_i – относительная погрешность измерения напряженности постоянного магнитного поля, %;

$H_{i \text{ изм}}$ – измеренное тесламетром значение напряженности магнитного поля, А/м;

$H_{i \text{ обр}}$ – значение напряженности магнитного поля, измеренное гистерезисграфом, А/м;

Относительная погрешность измерения напряженности постоянного магнитного поля не должна превышать 1,5 %.

8.5.4 Операции разделов 8.5.1 – 8.5.3 повторяют для всех видов полюсов, входящих в комплект гистерезисграфов.

8.6 Определение метрологических характеристик

Определяемые метрологические характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики

№ п.п.	Наименование характеристики	Единица измере- ния	Значение характери- стики
1	2	3	4
1	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения постоянного магнитного потока	%	$\pm 0,5$
2	Пределы допускаемой случайной составляющей относительной погрешности измерения магнитных характеристик:	%	
	– остаточной магнитной индукции (B_r) образцов из феррита, SmCo, NdFeB, AlNiCo;		$\pm 1,0$
	– коэрцитивной силы по индукции H_{cB} и намагниченности H_{cJ} образцов из феррита, SmCo, NdFeB;		$\pm 1,5$
	– максимального энергетического произведения (BH) _{max} образцов из феррита, SmCo, NdFeB;		$\pm 2,0$
	– коэрцитивной силы по индукции H_{cB} и намагниченности H_{cJ} образцов из AlNiCo;		$\pm 2,0$
	– максимального энергетического произведения (BH) _{max} образцов из AlNiCo.		$\pm 3,0$

8.6.1 Определение относительной погрешности измерения магнитного потока

8.6.1.1 Для определения диапазона и относительной погрешности измерения магнитного потока собирают схему согласно рисунку 3.

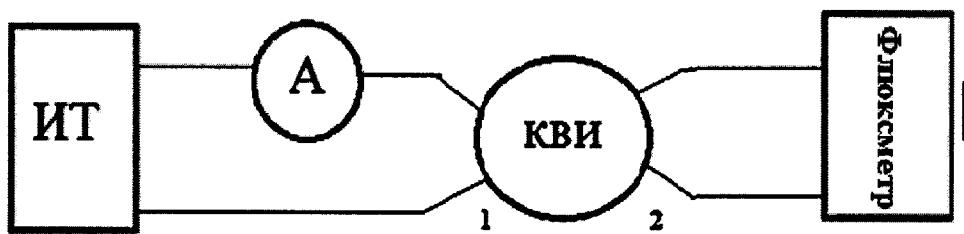


Рисунок 3 – Схема определения погрешности магнитного потока

КВИ – катушка взаимной индуктивности;

А – амперметр;

ИТ – источник тока;

Интегратор – блок интегратора гистерезисграфа;

ПК – персональный компьютер;

1 – выход первичной обмотки КВИ;

2 – выход вторичной обмотки КВИ.

На выход флюксметра гистерезисграфов подключают вторичную обмотку катушки взаимной индуктивности (КВИ). К первичной обмотке КВИ последовательно подключают источник постоянного тока, коммутатор и амперметр. Для измерения магнитного потока на флюксметре устанавливают требуемый диапазон с помощью кнопок Δ и ∇ . Задают значения тока намагничивания 0,1 А, сбрасывают показания флюксметра с помощью кнопки RESET и выполняют коммутацию тока на противоположное значение. Для проверки диапазонов (0 – 2000) x1 мкВб и (0 – 2000) x2 мкВб применяют КВИ Р536 М=0,01Гн, для диапазонов (0 – 2000) x2 мкВб, (0 – 2000) x5 мкВб, (0 – 2000) x10 мкВб – КВИ Р536 М=0,001Гн.

Измеренный магнитный поток определяется как произведение показания флюксметра на масштаб диапазона.

8.6.1.2 Значение магнитного потока, создаваемого системой «источник тока – амперметр – КВИ», рассчитывают по формуле

$$\Phi_{i \text{ расч}} = I_i \cdot M, \quad (3)$$

где $\Phi_{i \text{ расч}}$ – i – тое расчетное значение магнитного потока, Вб;

I_i – i – тое значение тока, подаваемого в первичную обмотку КВИ, А;

M – коэффициент взаимной индуктивности КВИ, Гн.

8.6.1.3 Относительную погрешность измерения магнитного потока вычисляют по формуле

$$\delta\Phi_i = \frac{|\Phi_{i \text{ расч}} - \Phi_{i \text{ изм}}|}{\Phi_{i \text{ расч}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $\delta\Phi_i$ – относительная погрешность измерения магнитного потока, %;

$\Phi_{i \text{ изм}}$ – измеренное значение магнитного потока с учетом масштаба диапазона, Вб.

Относительная погрешность измерения магнитного потока не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

8.6.1.4 Операции разделов 8.6.1.1 – 8.6.1.3 повторяют для второго флюксметра гистерезисграфов.

8.6.2 Определение случайной составляющей относительной погрешности измерения магнитных характеристик

Для определения случайной составляющей погрешности измерений магнитных характеристик используют образцы из феррита, SmCo, AlNiCo и Nd-Fe-B, диаметром не более

30 мм, идущие в комплекте с гистерезисграфами. Все образцы должны иметь сертификаты калибровки.

8.6.2.1 На каждом образце проводят не менее, чем 11-кратные измерения значений коэрцитивной силы по индукции (H_{cB}), коэрцитивной силы по намагниченности (H_{cJ}), остаточной индукции (B_r) и энергетического произведения ($(BH)_{max}$). Измерения проводят не чаще, чем одно измерение в час. После каждого измерения образец удаляют из электромагнита.

8.6.2.2 При проведении измерений образцов необходимо обеспечить стабильность максимального магнитного поля в пределах 1 %.

8.6.2.3 Для рядов значений магнитных характеристик образцов (H_{cJ} , H_{cB} , B_r , $(BH)_{max}$) вычисляют среднее арифметическое результатов измерений (\bar{x}), оценку СКО в абсолютной форме (S) и относительную случайную погрешность результата измерений (δ_{cr}) для доверительной вероятности 0,95 по формулам:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (6)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (7)$$

$$\delta_{cr} = \frac{t_{\alpha,n} \cdot S}{\bar{x}} \cdot 100, \quad (8)$$

где x_i - i -тое измеренное значение магнитной характеристики;

\bar{x} – среднее арифметическое значение результатов измерений магнитной характеристики;

n – число измерений;

S – оценка СКО результата измерений магнитной характеристики в абсолютной форме;

δ_{cr} – случайная составляющая относительной погрешности результата измерений магнитной характеристики, %;

$t_{\alpha,n}$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности $P=0,95$ и числа степеней свобод (n – 1).

8.6.2.4 Случайные составляющие относительной погрешности измерений магнитных характеристик образцов не должны превышать значений, указанных в таблице 3.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки, форма протокола поверки приведена в приложении А к настоящей МП.

9.2 Положительные результаты поверки оформляют согласно ПР 50.2.006 выдачей свидетельства о поверке.

9.3 Отрицательные результаты поверки гистерезисграфов оформляют согласно ПР 50.2.006 выдачей извещения о непригодности с указанием причины непригодности, свидетельство о предыдущей поверке аннулировать.

Исполнители:

Зам. зав. лаб. 261

Маслова

Т.И. Маслова

Ведущий инженер лаб.261

Савичева

Е. В. Савичева

Приложение А
(обязательное)

Форма протокола поверки

Протокол поверки № _____ от _____ 20 ____ г.
(первичная, периодическая)
(ненужное зачеркнуть)

Наименование и тип Гистерезисграф автоматический АМН – 300

Заводской номер _____

Изготовитель «Laboratorio Elettrofisico Engineering Srl» (Италия)

Принадлежит ООО «НКЦ «ЛАБТЕСТ»

Метрологические характеристики:

Номер по Госреестру _____

Документ на поверку МП 108 – 261 – 2014 «ГСИ. Гистерезисграфы автоматические АМН – 300. Методика поверки».

Средства измерений, используемые при поверке:

Условия проведения поверки: температура _____ °C, влажность _____ %, атмосферное давление _____ кПа.

Результаты внешнего осмотра, комплектности и маркировки гистерезисграфа соответствуют, не соответствуют требованиям 8.1 МП.
(ненужное зачеркнуть)

Результаты опробования соответствуют, не соответствуют требованиям 8.2 МП.
(ненужное зачеркнуть)

Результаты проверки сопротивления электрической изоляции гистерезисграфа соответствуют, не соответствуют требованиям 8.3 МП.
(ненужное зачеркнуть)

Результаты проверки идентификационных данных программного обеспечения соответствуют, не соответствуют требованиям 8.4 МП.
(ненужное зачеркнуть)

Результаты определения максимальной напряженности магнитного поля и случайной относительной погрешности измерения напряженности магнитного поля в центре полюса электромагнита соответствуют, не соответствуют требованиям 8.5 МП.
(ненужное зачеркнуть)

Результаты определения метрологических характеристик

1 Определение диапазона и относительной погрешности измерения магнитного потока

Таблица А1 – Определение относительной погрешности измерения магнитного потока

№ п.п.	Ток, по-данный на КВИ, I, А	Магнитный поток, созданный системой $\Phi_{расч}$, Вб	Предел флюксметра	Показания флюксметра, мкВб	Магнитный поток флюксметра, $\Phi_{изм}$, Вб	Разница магнитного потока	Относительная погрешность измерения $\delta\Phi$, %
«Флюксметр Н»							
1							
2							
...							
«Флюксметр J»							
1							
2							
...							

Относительная погрешность измерения магнитного потока соответствует, не соответствует
(ненужное зачеркнуть)

требованиям 8.6.1.3 МП

2 Определение случайной составляющей относительной погрешности измерений магнитных характеристик образцов.

Таблица А2 – Определение случайной составляющей относительной погрешности измерений магнитных характеристик образцов

№ п.п.	B_r , Тл	H_{cB} , кА/м	H_{cJ} , кА/м	BH_{max} , кДж/м ³
1				
2				
...				
Среднее значение результатов измерений				
СКО				
Относительная погрешность измерения, δ , %				

Случайная составляющая относительной погрешности измерений магнитных характеристик образцов соответствует, не соответствует требованиям 8.6.2.4 МП.
(ненужное зачеркнуть)**Заключение по результатам поверки**Гистерезисграф автоматический АМН – 300 соответствует, не соответствует требованиям МП.
(ненужное зачеркнуть)

Организация, проводящая поверку _____

Поверку проводил _____
(подпись) _____ (инициалы, фамилия)

Дата поверки «____» ____ 20 ____ г.

Выдано свидетельство о поверке (извещение о непригодности)

№_____ от «____» ____ 20 ____ г.