

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ФГУП «УНИИМ»



С.В. Медведевских

« 30 » \_\_\_\_\_ 2017 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Установки автоматические компьютеризированные  
REMAGRAPH C-500**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 30-261-2017

г. Екатеринбург  
2017 г.

## 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.

**3 УТВЕРЖДЕНА** ФГУП «УНИИМ» «*ЗЕ*» *скал* 2017 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 .....	7
8.1 Внешний осмотр .....	7
8.2 Опробование .....	7
8.3 Проверка идентификационных данных ПО .....	7
8.4 Определение относительной погрешности измерений максимальной напряженности постоянного магнитного поля .....	7
8.5 Проверка компенсации измерительных катушек .....	9
8.6 Определение случайной составляющей относительной погрешности измерений характеристик образцов .....	9
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	11

Государственная система обеспечения единства измерений. Установки автоматические компьютеризированные REMAGRAPH C – 500. Методика поверки	МП 30-261-2017
---	----------------

Срок введения в действие « 30 » мая 2017

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика (далее – МП) распространяется на установки автоматические компьютеризированные REMAGRAPH C – 500 (далее - гистерезисограф), предназначенные для измерения магнитных свойств магнитомягких материалов (далее - МММ) различной формы в (квази)-статических магнитных полях.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверок гистерезисографов.

Интервал между поверками – один год.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использована ссылка на следующие нормативные документы:

- Приказ Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства поверки».

- Приказ Росстандарта от 15.02.2016 г. № 146 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления».

- ГОСТ 8.030-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции.

- ГОСТ 8.377 – 80 ГСИ. Материалы магнитомягкие. Методика выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик.

- ГОСТ 12119.2 – 98 Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения магнитной индукции в пермеамetre.

## 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 Перед проведением поверки гистерезисографа проверить наличие действующих свидетельств о поверке на флюксометры, входящие в комплект гистерезисографа (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 60133-15). Т.к. в гистерезисографе используют флюксометры в диапазоне измерений ( $1 \cdot 10^{-4}$  – 0,1) Вб, в свидетельстве о поверке может быть указан сокращенный диапазон по сравнению с описанием типа, но погрешность измерения магнитного потока не должна быть хуже  $\pm 0,5$  %.

3.2 При проведении поверки гистерезисографов должны выполняться операции согласно таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Проверка идентификационных данных программного обеспечения	8.3	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений максимальной напряженности постоянного магнитного поля	8.4	Да	Да
Проверка компенсации измерительных катушек	8.5	Да	Да
Определение случайной составляющей относительной погрешности измерений характеристик образцов	8.6	Да	Да

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

#### 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки применяют следующие средства измерений:

- рабочий эталон единицы электрического сопротивления 3-го разряда номинального значения 0,1 и 1 Ом согласно Приказу Росстандарта от 15.02.2016 г. № 146 (Катушки электрического сопротивления Р321, с номинальными значениями электрического сопротивления 0,1 и 1 Ом, КТ 0,01);
- рабочий эталон единицы магнитного потока 2-го разряда с номинальным значением 0,01 и 0,001 Вб/А по ГОСТ 8.030-2013 (Катушка взаимной индуктивности Р-536, погрешность не более 0,033 %);
- рабочий эталон единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля 2-го разряда в диапазоне значений от 25 до 2000 мТл по ГОСТ 8.030-2013 (Измеритель магнитной индукции Ш1-9, диапазон измерения магнитной индукции (25 – 2500) мТл, ПГ ±0,02 %);
- мера взаимной индуктивности образцовая Р5009 с номинальным значением  $M = 0,0001$  Гн, КТ 0,1;
- вольтметр универсальный цифровой GDM-8246, диапазоны измерений:  $-U$  до 1000 В,  $\sim U$  до 700 В до 100 кГц,  $-I$  до 20 А,  $\sim I$  до 20 А до 2 кГц, R до 100 МОм, погрешность согласно описанию типа, регистрационный номер в ФИФ 34295-07;
- тесламетр ТХ-4/1, диапазон (0 - 2,0) Тл, относительная погрешность не более ±3 %;
- флюксметр электронный EF5, пределы допускаемой относительной погрешности измерения магнитного потока не более ± 3,0 %;
- электромагнит,  $V_{max}$  (0,1 – 2,5) Тл, межполюсное расстояние не менее 40 мм;
- источник напряжения и тока стабилизированный, (0 – 30) В, (0 – 3,5) А;

– контрольные образцы магнитомягкого материала тороидальной формы по ГОСТ 8.377 и протяженной формы длиной не менее 90 мм по ГОСТ 12119.2.

4.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке, эталоны должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации, испытательное оборудование должно быть аттестовано, вспомогательное оборудование должно иметь действующий техосмотр.

4.3 Допускается применение средств поверки, не приведенных в п. 4.1 настоящей МП, но имеющих метрологические характеристики не хуже указанных.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

5.1 К проведению поверки допускаются лица из числа специалистов, допущенных к поверке и работающих в организации, аккредитованной на право поверки.

5.2 К поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В, изучившие Инструкцию по эксплуатации на гистерезисографы (ИЭ), эксплуатационную документацию на средства поверки и настоящую МП.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

6.1 При проведении поверки требуется соблюдать правила безопасности согласно раздела 1 ИЭ.

6.2 Помещение для проведения поверки должны соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.3 При проведении поверки гистерезисографов должны соблюдаться требования электробезопасности по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.3.019, требования Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в ИЭ на гистерезисографы и средства испытаний.

6.4 Средства поверки должны быть заземлены. Электрическое сопротивление заземляющего провода должно быть не более 0,1 Ом.

## **7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С	25 ± 5
- относительная влажность воздуха, %, не более	85
- питание от сети переменного тока напряжением, В	220 ± 22
с частотой питающей сети, Гц	от 50 до 60

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Во время внешнего осмотра визуально проверяют внешний вид и комплектность гистерезисографа.

8.1.2 Гистерезисограф не должен иметь наружных повреждений, влияющих на его работу.

8.1.3 Комплектность гистерезисографа должна соответствовать описанию типа.

8.1.4 Если требования 8.1.2, 8.1.3 не выполняются, гистерезисограф признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не проводят.

### 8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании гистерезисографа необходимо провести измерения магнитных характеристик образца магнитомягкого материала.

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

### 8.3 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	Rema
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 7
Цифровой идентификатор ПО	BF5D8F5BA9D45113E89F65A6035FAE2A по файлу Rema.exe
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD 5

### 8.4 Определение относительной погрешности измерений максимальной напряженности постоянного магнитного поля

8.4.1 Подготовить гистерезисограф к измерению протяженного образца согласно ИЭ. (Полевую катушку присоединить непосредственно ко входу флюксметра и поместить между полюсами электромагнита так, чтобы С – образная измерительная потенциальная катушка находилась в геометрическом центре межполюсного пространства электромагнита).

8.4.2 В геометрический центр полевой катушки поместить датчик тесламетра, расположенный перпендикулярно магнитному потоку.

8.4.3 В меню «Параметры» открыть вкладку «Управление» и задать значение регулирования уровня напряженности магнитного поля  $H_m$ , равное 55 кА/м, и запустить измерение. Определить максимальное значение индукции магнитного поля, зафиксированное тесламетром ( $B_T$ , мТл), и напряженности магнитного поля, зафиксированное гистерезисографом ( $H_T$ , кА/м).

8.4.4 Провести 11 измерений напряженности и индукции магнитного поля.

8.4.5 Рассчитать значения напряженности магнитного поля ( $H_T$ , кА/м), измеренные тесламетром, по формуле

$$H_{T_i} = \frac{B_{T_i}}{0,8 \cdot \pi}, \quad (1)$$

где  $B_{T_i}$  –  $i$ -ый результат измерения индукция магнитного поля, зафиксированный тесламетром, мТл.

8.4.6 Рассчитать среднее значение напряженности магнитного поля, полученные на гистерезисографе ( $\overline{H}_T$ , кА/м) и тесламетром ( $\overline{H}_T$ , кА/м), по формуле

$$\overline{H} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i, \quad (2)$$

где  $H_i$  –  $i$ -ое значение напряженности магнитного поля, полученное на гистерезисографе и тесламетре, Тл;

$n$  – число измерений,  $n \geq 3$ .

8.4.7 Рассчитать оценку среднего квадратического отклонения для ряда экспериментальных данных, полученных тесламетром, ( $S_H$ , кА/м) по формуле

$$S_H = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (H_{T_i} - \overline{H}_T)^2}, \quad (3)$$

где  $\overline{H}_T$  – среднее арифметическое значение максимальной напряженности магнитного поля, измеренное тесламетром, кА/м;

$H_{T_i}$  –  $i$ -ое значение максимальной напряженности магнитного поля, измеренное тесламетром, кА/м;

$n$  – число измерений,  $n \geq 11$ .

8.4.8 Рассчитать систематическую составляющую погрешности ( $\theta_H$ , кА/м) по формуле

$$\theta_H = \overline{H}_G - \overline{H}_T, \quad (4)$$

где  $\overline{H}_G$  – среднее значение напряженности магнитного поля, измеренное гистерезисографом, кА/м;

$\overline{H}_T$  – среднее значение напряженности магнитного поля, измеренное тесламетром, кА/м.

8.4.9 Рассчитать значение относительной погрешности измерения максимальной напряженности магнитного поля ( $\delta_H$ , %) по формуле



$$\delta_H = \pm \frac{2 \cdot \sqrt{S_H^2 + \frac{\Theta_H^2}{3}}}{H_T} \cdot 100. \quad (5)$$

8.4.10 Значение относительной погрешности должно быть в интервале  $\pm 2,0 \%$ .

### 8.5 Проверка компенсации измерительных катушек

8.5.1 Обмотку измерительной катушки присоединить непосредственно к входу флюксметра. Катушку поместить соосно в геометрический центр межполюсного пространства электромагнита так, чтобы геометрический центр катушки совпал с геометрическим центром межполюсного пространства электромагнита.

8.5.2 В межполюсном пространстве электромагнита установить магнитное поле. Постоянство значений проконтролировать с помощью измерителя магнитной индукции Ш1-9. Записать значение индукции магнитного поля ( $B_+$ , Тл) и значение магнитного потока, проходящего через индукционную катушку ( $\Phi_+$ , Вб).

8.5.3 Не изменяя положения катушки в электромагните, поменять направление магнитного поля и записать значение индукции магнитного поля ( $B_-$ , Тл) и значение магнитного потока, проходящего через индукционную катушку ( $\Phi_-$ , Вб) в обратном направлении.

8.5.4 Найти разницу между значениями индукции магнитного поля ( $\Delta B$ , Тл) и магнитного потока ( $\Delta \Phi$ , Вб). Изменение магнитного потока не должно превышать  $1 \cdot 10^{-5}$  Вб при изменении индукции магнитного поля на 0,1 Тл.

8.5.5 Провести измерения для каждой катушки, входящей в комплект поставки гистерезисографа.

### 8.6 Определение случайной составляющей относительной погрешности измерений характеристик образцов

8.6.1 Подготовить гистерезисограф к проведению измерений образцов (прутков и колец) согласно ИЭ. Количество образцов должно быть не менее двух каждого вида.

8.6.2 Провести не менее 11 измерений каждого образца, определяя следующие магнитные характеристики: максимальную магнитную индукцию ( $B_{max}$ , Тл), коэрцитивную силу ( $H_c$ , кА/м), остаточную магнитную индукцию ( $B_r$ , Тл), максимальную относительную магнитную проницаемость ( $\mu$ ).

8.6.3 Для полученных рядов измеренных значений каждой характеристики и каждого образца вычислить среднее арифметическое значение результата измерений и оценку среднего квадратического отклонения по формулам (2) и (3) соответственно.

8.6.4 Вычислить значения случайной составляющей погрешности измерения магнитных характеристик по формуле

$$\delta_i = \pm \frac{t \cdot S_i}{x_i \cdot \sqrt{n}} \cdot 100, \quad (6)$$

где  $i$  – магнитная характеристика образца;

$\bar{x}_i$  - среднее значение  $i$  –ой магнитной характеристики образца;

$S_i$  - среднее квадратическое отклонение результата измерений  $i$  –ой магнитной характеристики образца;

$t$  – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности  $P = 0,95$ ;

$n$  – число измерений магнитной характеристики,  $n \geq 11$ .

8.6.5 Рассчитанные значения случайной составляющей относительной погрешности измерения магнитных характеристик не должны превышать значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики гистерезисографа при измерении МММ

Магнитные характеристики образца	Пределы допускаемой случайной составляющей относительной погрешности, %
– максимальная магнитная индукция $B_{\max}$	$\pm 2,0$
– коэрцитивная сила по индукции $H_c$	$\pm 1,5$
– остаточная магнитная индукция $B_r$	$\pm 1,2$
– максимальная относительная магнитная проницаемость $\mu$	$\pm 3,0$

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки, выполненный в произвольной форме.

9.2 Положительные результаты поверки оформляют согласно Приказу Минпромторга №1815 от 02.07.2015 г. выдачей свидетельства о поверке.

9.3 Отрицательные результаты поверки гистерезисографов оформляют согласно Приказу Минпромторга №1815 от 02.07.2015 г. выдачей извещения о непригодности с указанием причины непригодности, свидетельство о предыдущей поверке аннулировать.

9.4 Знак поверки наносят на свидетельство о поверке.

Исполнители:

Зам. зав. лаб. 261



Т.И. Маслова

Ведущий инженер лаб.261



Е. В. Савичева