

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Гистерезисграф Permagraph L

#### Назначение средства измерений

Гистерезисграф Permagraph L (далее - гистерезисграф) предназначен для проведения измерений кривых намагничивания и размагничивания, петель магнитного гистерезиса образцов магнитотвердых материалов в замкнутой магнитной цепи.

#### Описание средства измерений

Гистерезисграф представляет собой двухканальную измерительную систему, содержащую средства измерений и вспомогательные устройства, осуществляющую операции по управляемому измерению магнитного состояния образца магнитотвердого материала (далее - МТМ), сбор, обработку и представление измерительной информации о статических магнитных характеристиках образцов МТМ в графическом и числовом видах. В состав гистерезисграфа входят:

- измерительный и управляющий блок ST-P-L;
- управляемый источник питания SVP2;
- электромагнит EP 5;
- 5 j – компенсированных систем измерительных катушек;
- 2 катушки поля;
- персональный компьютер с программным обеспечением PERMA.

Внешний вид гистерезисграфа и измерительных катушек представлен на рисунке 1 и рисунке 2 соответственно.



Рисунок 1 - Внешний вид гистерезисграфа с электромагнитом EP 5



Рисунок 2 – Внешний вид измерительной катушки, подключенной к измерительному блоку ST-P-L

Принцип действия гистерезисграфа заключается в перемагничивании образца по петле гистерезиса медленноменяющимся (квазистатическим) магнитным полем в замкнутой магнитной цепи. Контролируемый образец изделия (далее - образец) помещается в межполюсной зазор электромагнита так, чтобы образовалась замкнутая магнитная цепь. Вокруг образца располагается измерительная катушка. Одна обмотка катушки реагирует на изменение напряженности магнитного поля через неё, а вторая на изменение намагниченности образца. Образец намагничивается, создаваемым в межполюсном зазоре электромагнита плавно-меняющимся магнитным полем до максимального значения напряженности магнитного поля в электромагните, затем размагничивается плавно-меняющимся магнитным полем. Сигнал с обмоток измерительной катушки поступает на веберметры, выходной сигнал одного из которых пропорционален напряженности магнитного поля, а другого - намагниченности образца. Данные с веберметров поступают на компьютер. По окончании измерительного процесса на экран компьютера выводится график петли гистерезиса и информация об ее основных параметрах (коэффициентная сила по индукции  $H_{CB}$  (кА/м или Э) и намагниченности  $H_{CJ}$  (кА/м или Э), остаточная индукция  $B_r$  (мТл или Гс), энергетическое произведение  $(BH)_{max}$  (кДж/мз или МГсЭ) и др.), впоследствии эти данные могут быть распечатаны на бумаге.

### Программное обеспечение

Управление процессом измерений и обработки измерительных сигналов осуществляется с помощью специализированного пакета программного обеспечения (ПО) сбора данных. Программное обеспечение представляет собой прикладную программу на базе Windows. Идентификационные данные программного обеспечения гистерезисграфа указаны в таблице 1. Все элементы программы могут быть активированы либо вводом команды через клавиатуру, либо с помощью мыши. Функциональное назначение операционной программы PERMA состоит в обеспечении контролируемого оператором взаимодействия между отдельными компонентами измерительной системы и периферийными устройствами (в первую очередь, устройствами ввода или возможностями ввода для оператора).

Результаты измерений запоминаются в виде графиков или таблиц и при необходимости могут быть распечатаны. ПО не оказывает влияния на метрологические характеристики гистерезисграфа.

Доступ к ПО имеют только сервисные инженеры фирмы-производителя.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения гистарезисграфа

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Permagraph-Software
Номер версии (идентификационный номер) ПО	7.0.3.3
Цифровой идентификатор ПО	94D9243ACCC1E2F52214FDE915F219D6 по файлу Perma.exe
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD 5

Уровень защиты ПО гистарезисграфа от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010 («Низкий» по Р 50.2.007 - 2014).

### Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения напряженности постоянного магнитного поля, кА/м	80 - 2500
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряженности постоянного магнитного поля, %	±3,0
Диапазон измерения магнитного потока, мВб	0,1 - 2560
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений магнитного потока, %	±0,5
Максимальная напряженность магнитного поля для зазора 10 мм, не менее, кА/м: - для стандартных полюсов диаметром 92 мм - для концентрирующих полюсов диаметром 65 мм	1700 2500
Пределы случайной составляющей относительной погрешности измерения: - намагнитченности насыщения образца из никеля $J_s$ , %; - коэрцитивной силы по индукции $H_{св}$ и остаточной индукции $B_r$ образца Nd-Fe-B, %; - энергетического произведения $(BH)_{max}$ образца Nd-Fe-B, %.	±0,5 ±1,5 ±2,0
Величина воздушного зазора с установленными полюсами, мм	0-110
Диаметр рабочей части измерительных катушек, мм JH 10-1 JH 15-1 JH 26-1 JH 40-1 JHT 15-4	10 15 26 40 15
Электрическое сопротивление катушек магнитной индукции, Ом JH 10-1 JH 15-1 JH 26-1 JH 40-1 JHT 15-4	8173±5 8727±5 9354±5 8748±5 8035±5
Суммарная площадь витков измерительных катушек поля, см <sup>2</sup> JH 10-1 JH 15-1 JH 26-1 JH 40-1 JHT 15-4 FS 100/1 FS 100/2	108,6±0,6 117,1±0,6 102,3±0,8 106,8±1,0 114,5±0,6 109,1±0,4 117,4±0,4

Электрическое сопротивление катушек поля, Ом	
ЖН 10-1	129±1
ЖН 15-1	96±1
ЖН 26-1	53±1
ЖН 40-1	58±1
ЖНТ 15-4	57±1
FS 100/1	110±1
FS 100/2	232±2
Габаритные размеры электромагнита SVP 2 (длина x ширина x высота), мм	500 x 520 x 300
Питание от трехфазной сети переменного тока: напряжение, В частота, Гц	380±38 50-60
Условия эксплуатации: диапазон рабочих температур, °С относительная влажность (без конденсации), % атмосферное давление, кПа	от 15 до 30 от 5 до 80 от 86 до 106

### Знак утверждения типа

наносится на источник питания гистерезисграфа методом наклейки и на титульный лист Паспорта типографским способом или иным способом.

### Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Кол-во, шт.
Гистерезисграф Permagraph L:		
- управляемый источник питания	SVP 2	1
- измерительный и управляющий блок	ST-P-L	1
- электромагнит	EP 5	1
- компьютер с ПО Perma		1
5 j – компенсированных систем измерительных катушек:		
измерительная катушка диаметром 10 мм	ЖН 10-1	1
измерительная катушка диаметром 15 мм	ЖН 15-1	1
измерительная катушка диаметром 26 мм	ЖН 26-1	1
измерительная катушка диаметром 40 мм	ЖН 40-1	1
измерительная термическая катушка диаметром 15 мм	ЖНТ 15-4	1
2 катушки измерения силы поля Н	FS 100/1 FS 100/2	1 1
Образцы Никеля:		
- площадью поперечного сечения 1 см <sup>2</sup>	114777	1
- площадью поперечного сечения 2 см <sup>2</sup>	101111	1
- площадью поперечного сечения 5 см <sup>2</sup>	103730	1
Термопара	ТН-Ж	1
Термометр комнатной температуры	TS-USB	1
Эксплуатационные документы:		
- инструкция по эксплуатации;	ВА - №0030020109	1
- паспорт;	Ph-L 001-2013 ПС	
- инструкция по использованию программного обеспечения для Permagraph C/L Perma	ВА - №0450010109	
Методика поверки	МП 44-261-2013	1

## **Поверка**

осуществляется по документу МП 44-261-2013 «ГСИ. Гистерезисграф Permagraph L. Методика поверки», утвержденному ФГУП «УНИИМ» 12.09.2014 г.

Эталоны, используемые при поверке:

- тесламетр ТХ-4/1, диапазон (0 – 2,0) Тл, относительная погрешность не более 0,5%;
- 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;
- катушка взаимной индуктивности Р-536, номинальное значение 0,01 Гн, КТ 0,2;
- катушка взаимной индуктивности Р-536, номинальное значение 0,001 Гн, КТ 0,2.

Вспомогательное оборудование, используемое при поверке:

- стандартные образцы статических магнитных характеристик магнитотвердых материалов, входящие в комплект поставки гистерезисграфа.

## **Сведения о методиках (методах) измерений**

Методика измерений входит в состав Инструкции по эксплуатации на Permagraph L с компьютерным управлением (гистерезисграфа).

## **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к гистерезисграфу Permagraph L**

ГОСТ 8.268-77 «ГСИ. Методика выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик магнитотвердых материалов».

Техническая документация Magnet-Physik Dr. Steingroever GmbH, Германия.

## **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

### **Изготовитель**

Magnet-Physik Dr. Steingroever GmbH, Германия  
Адрес: Hoffmann-Straße 3, D-50996 Кельн,  
Тел: +49/(0) 2236/3919-0;  
Факс: +49/(0) 2236/3919-19  
e-mail: [info@magnet-physik.de](mailto:info@magnet-physik.de)

### **Заявитель**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург  
Юридический адрес: 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19  
Почтовый адрес: 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19  
Тел: 8(343) 374-03-62;  
Факс: 8 (343)374-38-84;  
e-mail: [KSV@nich.ru](mailto:KSV@nich.ru)

### **Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ГЦИ СИ «ФГУП «УНИИМ»»),  
Адрес: 620000, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4  
Тел.: (343) 350-26-18;  
Факс: (343) 350-20-39;  
e-mail: [uniim@uniim.ru](mailto:uniim@uniim.ru)

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «УНИИМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30005-11 от 03.08.2011 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.