

СОГЛАСОВАНО:



И СИ ФГУ «УРАЛТЕСТ»

М.В. Чигарев

2003 г.

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

<b>Комплекс измерительно-вычислительный</b> <b>ММК-С-100-5</b>	<b>Внесён в государственный реестр средств измерений</b> <b>Регистрационный номер</b> <u>25441-03</u>
---	--

Изготовлен по технической документации ООО «K2S», г. Смоленск.  
*Заводской № 0004*

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплекс измерительно-вычислительный ММК-С-100-5 (далее - комплекс) предназначен для измерения статических и динамических магнитных характеристик кольцевых образцов магнитомягких материалов: прецизионных магнитомягких сплавов по ГОСТ 10160, электротехнических сталей по ГОСТ 21427.4 и ГОСТ 11036, аморфных сплавов, нанокристаллических сплавов и других материалов с аналогичными магнитными свойствами.

Область применения: испытания и контроль качества магнитомягких материалов и готовых изделий (магнитопроводов) на предприятиях и организациях металлургической, электротехнической и радиотехнической промышленности.

## ОПИСАНИЕ

Принцип действия комплекса заключается в формировании в намагничивающей обмотке образца тока заданной формы и величины, преобразовании ЭДС на измерительной обмотке образца в сигнал, пропорциональный магнитному потоку в образце, и измерении мгновенных значений тока намагничивания и магнитного потока с последующим расчётом магнитных характеристик образца.

Комплекс обеспечивает определение статических магнитных характеристик кольцевых образцов магнитомягких материалов в соответствии с ГОСТ 8.377 и ГОСТ 12119.1.

Комплекс обеспечивает определение динамических магнитных характеристик кольцевых образцов магнитомягких материалов при частоте перемагничивания до 100 Гц в соответствии с ГОСТ 12119.5 и МИ 1918-88.

Программное обеспечение комплекса позволяет сохранять результаты измерений в базе данных для хранения и последующей обработки, а также формировать и выводить на печать протоколы измерений.

Конструктивно комплекс состоит из измерительного блока, силового блока, управляющей ЭВМ и комплекта соединительных кабелей.

Измерительный блок предназначен для обеспечения подключения контролируемого образца, преобразования ЭДС на измерительной обмотке в сигнал, пропорциональный магнитному потоку, измерения мгновенных значений тока намагничивания и магнитного потока, обеспечения взаимодействия с управляющей ЭВМ, формирования тока намагничивания в диапазоне от 0.15 до 100 мА. На верхней части блока, выполненной в виде площадки для размещения контролируемого образца, расположены клеммы для подключения намагничивающей и измерительной обмоток.

Силовой блок является источником питания измерительного блока и формирует ток намагничивания в диапазоне от 0.02 до 5 А. Конструктивно блок выполнен в стандартном корпусе MIDITOWER.

Управляющая ЭВМ обеспечивает ввод исходных данных, выбор режимов измерения, управление процессом измерения, расчет магнитных характеристик образцов по результатам измерений, сохранение результатов измерений в базе данных, вывод результатов измерений.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование характеристики	Значение характеристики
Максимальное напряжение на намагничивающей обмотке, В	не более 5
Диапазоны задания и измерения тока намагничивания (амплитуды тока намагничивания), А	от 0.00015 до 0.1 от 0.02 до 5
Предел допускаемой основной относительной погрешности задания постоянного тока намагничивания, %	±0.2
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения постоянного тока намагничивания, %	±0.2
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения амплитуды переменного тока намагничивания, %	±0.5
Нестабильность задания постоянного тока, % в минуту	не более 0.2
Амплитуда переменной составляющей выходного постоянного напряжения, %	не более 0.05
Диапазоны измерения магнитного потока (амплитуды магнитного потока), мкВб	до 10 до 100 до 2000
Максимально допустимое напряжение на клеммах для подключения измерительной обмотки, В: - в диапазоне измерения магнитного потока до 10 мкВб - в диапазоне измерения магнитного потока до 100 мкВб - в диапазоне измерения магнитного потока до 2000 мкВб	0.5 0.5 48
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения магнитного потока (амплитуды магнитного потока) в диапазоне от 3 до 2000 мкВб, %	± 0.5
Диапазон интегрируемых частот, Гц	от 0 до 1000 Гц
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения магнитной индукции в статическом режиме в диапазоне от 0.005 до 1.2 Тл, %	± 3
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения магнитной индукции в статическом режиме в диапазоне от 1.2 до 2 Тл, %	± 1.5
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения относительной магнитной проницаемости в статическом режиме в диапазоне от 50 до 1000000, %	± 4

Наименование характеристики	Значение характеристики
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения коэффициента прямоугловности петли гистерезиса в статическом режиме в диапазоне от 0.01 до 0.99, %	$\pm 3$
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения коэрцитивной силы в статическом режиме в диапазоне от 0.1 до 20 А/м, %	$\pm 5$
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения коэрцитивной силы в статическом режиме в диапазоне от 20 до 150 А/м, %	$\pm 3$
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения относительной начальной магнитной проницаемости в статическом режиме, %	$\pm 6$
Максимальная частота переменного тока намагничивания, Гц	1000
Максимальная частота переменного тока намагничивания для которой нормирована погрешность измерения динамических магнитных характеристик, Гц	60
Предел допускаемой основной относительной погрешности задания частоты переменного тока намагничивания, %	$\pm 0.2$
Коэффициент нелинейных искажений переменного тока намагничивания с частотой до 60 Гц, %	не более 2.0
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения амплитуды магнитной индукции в диапазоне от 0.005 до 2 Тл, %	$\pm 2$
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения относительной амплитудной магнитной проницаемости в диапазоне от 50 до 1000000, %	$\pm 4$
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения коэффициента прямоугловности петли гистерезиса в динамическом режиме в диапазоне от 0.50 до 0.99, %	$\pm 5$
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения коэрцитивной силы в динамическом режиме в диапазоне от 0.5 до 1500 А/м (для $H_{c,d} \leq 0.5 \cdot H_m$ ), %	$\pm (2 + 1.5 \cdot \frac{H_m}{H_{c,d}})$
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения коэрцитивной силы в динамическом режиме в диапазоне от 0.5 до 1500 А/м (для $H_{c,d} > 0.5 \cdot H_m$ ), %	$\pm 5$
Напряжение питающей сети, В	$220 \pm 4.4$
Частота питающей сети, Гц	$50 \pm 0.5$
Средний срок службы, лет	не менее 10
Необходимая площадь для размещения комплекса, м <sup>2</sup>	не менее 1.5
Масса комплекса, кг	не более 50
Условия эксплуатации: - диапазон рабочих температур, °С - относительная влажность воздуха, %	от 15 до 25 от 30 до 80

Перечень характеристик, погрешность измерения которых не нормирована:

Наименование характеристики	Обозначение единицы физической величины
Амплитуда магнитодвижущей силы	А
Средневыпрямленное значение напряжения на измерительной обмотке	мВ
Мощность потерь	Вт
Удельная массовая мощность потерь	Вт/кг
Удельная объемная мощность потерь	Вт/см <sup>3</sup>
Угол потерь	град
Коэффициент формы напряжения на измерительной обмотке	-
Максимальная амплитудная относительная магнитная проницаемость	-
Дифференциальная относительная магнитная проницаемость	-
Коэффициент индуктивности	мкГн/виток <sup>2</sup>
Максимальная дифференциальная относительная магнитная проницаемость	-
Амплитуда магнитной индукции, соответствующая максимальной амплитудной относительной магнитной проницаемости	Тл
Амплитуда напряженности магнитного поля, соответствующая максимальной амплитудной относительной магнитной проницаемости	А/м
Амплитуда магнитной индукции, соответствующая максимальной дифференциальной относительной магнитной проницаемости	Тл
Амплитуда напряженности магнитного поля, соответствующая максимальной дифференциальной относительной магнитной проницаемости	А/м
Максимальный коэффициент индуктивности	мкГн/виток <sup>2</sup>

### ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносят печатным способом на титульном листе руководства по эксплуатации и методом наклейки этикетки на лицевой панели измерительного блока.

### КОМПЛЕКТНОСТЬ

Обозначение	Наименование	Количество
K2S.000010.301	Измерительный блок БИТП-02	1
K2S.000010.401	Силовой блок БС-02	1
	Управляющая ЭВМ	1
K2S.000010.101	Комплект кабелей.	1
K2S.000010.201	CD-диск с программным обеспечением	2
	Комплект эксплуатационных документов в составе:	
K2S.000010.001ПС	- паспорт	1
K2S.000010.001РЭ	- руководство по эксплуатации	1

## ПОВЕРКА

Поверку комплекса производят в соответствии с методикой поверки K2S.000010.001 МП "Измерительно-вычислительный комплекс ММК-С-100-5" (обязательное приложение Б к руководству по эксплуатации), утверждённой ГЦИ СИ ФГУ «УРАЛТЕСТ» в мае 2003 г.

В перечень основного поверочного оборудования входят:

Катушка электрического сопротивления Р321. Класс точности 0.01. Номинальные значения 0.1 Ом, 1.0 Ом, 10 Ом.
Катушка электрического сопротивления Р331. Класс точности 0.01. Номинальное значение 100 Ом.
<p>Вольтметр В7-46: Пределы измерения и соответствующие пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока:</p> <p>20 мВ: <math>\pm[0.05+0.02 \cdot (U_k/U-1)]</math>, %;</p> <p>200 мВ: <math>\pm[0.025+0.0025(U_k/U-1)]</math>, %;</p> <p>2 В: <math>\pm[0.025+0.0025(U_k/U-1)]</math>, %;</p> <p>20 В: <math>\pm[0.025+0.0025(U_k/U-1)]</math>, %;</p> <p>где U - измеряемое значение;  <math>U_k</math> - конечное значение предела</p> <p>Пределы измерения и соответствующие пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 20 Гц до 400 Гц:</p> <p>2 В: <math>\pm[0.5+0.1(U_k/U-1)]</math>, %;</p> <p>где U - измеряемое значение;  <math>U_k</math> - конечное значение предела.</p> <p>Пределы измерения и соответствующие пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 400 Гц до 20 кГц:</p> <p>2 В: <math>\pm[0.4+0.15(U_k/U-1)]</math>, %;</p> <p>где U - измеряемое значение;  <math>U_k</math> - конечное значение предела.</p>
Осциллограф С1-103. Максимальная расчетная погрешность измерения амплитуды импульсов: $\pm [5+(0,015 \times 10^{-3}V/U_x) \times 100]$ , %;
где $U_x$ – амплитуда напряжения, В.
Секундомер механический СОПр. Класс точности 2.
Измеритель нелинейных искажений С6-11. Предел допустимого значения основной абсолютной погрешности измерения коэффициента гармоник $\pm(0,05K_k+0,06)$ , %; где $K_k$ – конечное значение установленного предела измерения коэффициента гармоник.
Частотомер ЧЗ-44. Диапазон от 0.1 Гц до 60 МГц. Допустимая относительная погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ .
Катушка взаимной индуктивности Р536. Предел допустимой основной относительной погрешности 0.2%. Номинальные значения $10^{-2}$ Гн, $10^{-3}$ Гн.
Вольтметр переменного тока Ф5053. Класс точности 0.5. Пределы измерений 10, 30, 100 мВ, 1, 3, 10 В на частотах от 40 Гц до 100 кГц.
Мера взаимной индуктивности образцовая Р5009. Предел допустимой основной относительной погрешности 0.1 %. Номинальное значение $10^{-2}$ Гн или $10^{-3}$ Гн.
Образцы магнитомягких материалов кольцевой формы, аттестованные в соответствии с ГОСТ 12119.1, ГОСТ 8.377, ГОСТ 12119.5, МИ 1918 по следующим характеристикам: - В(Н) – магнитная индукция при определённой напряжённости магнитного поля, Тл,

погрешность аттестации  $\delta_B$  не более  $\pm 1 \%$ ;

-  $K_{\square,h}$  – коэффициент прямоугольности петли магнитного гистерезиса, погрешность аттестации  $\delta_{K_{\square,h}}$  не более  $\pm 1.5 \%$ ;

-  $H_{c,B}$  – коэрцитивная сила по индукции, А/м, погрешность аттестации  $\delta_{H_{c,B}}$  не более  $\pm 2 \%$ ;

-  $\mu_n$  – относительная начальная магнитная проницаемость, погрешность аттестации  $\delta_{\mu_n}$  не более  $\pm 4 \%$ ;

-  $\mu_r$  – относительная магнитная проницаемость, погрешность аттестации  $\delta_{\mu_r}$  не более  $\pm 3 \%$ ;

-  $B_m(H_m)$  – амплитудное значение магнитной индукции при определённом амплитудном значении магнитного поля, Тл, погрешность аттестации  $\delta_{B_m}$  не более  $\pm 1 \%$ ;

-  $H_{c,d}$  – динамическая коэрцитивная сила, А/м, погрешность аттестации  $\delta_{H_{c,d}}$  не более  $\pm 3 \%$ ;

-  $K_{\square,d}$  – коэффициент прямоугольности динамической петли магнитного гистерезиса, погрешность аттестации  $\delta_{K_{\square,d}}$  не более  $\pm 1.5 \%$ ;

-  $\mu_{r,a}$  – относительная амплитудная магнитная проницаемость, погрешность аттестации  $\delta_{\mu_{r,a}}$  не более  $\pm 3 \%$ .

Межповерочный интервал 2 года.

## НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

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

ГОСТ 12119.1-98 "Методы определения магнитных и электрических свойств. Методы измерения магнитной индукции и коэрцитивной силы в аппарате Эпштейна и на кольцевых образцах в постоянном магнитном поле";

ГОСТ 12119.5-98 "Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения амплитуд магнитной индукции и напряжённости магнитного поля";

МИ 1918-88 "ГСИ. Магнитные характеристики образцов магнитомягких сплавов. Методика выполнения измерений в диапазоне частот 50 Гц – 20 кГц";

Техническая документация ООО «K2S», г. Смоленск

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип комплекса измерительно-вычислительного ММК-С-100-5 утверждён с техническими и метрологическими характеристиками, приведёнными в настоящем описании типа, включён в действующую государственную поверочную схему и метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

## ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ООО «K2S», 214025, г. Смоленск, ул. Багратиона, д.55-а, к.42  
тел. (0812) 66-48-58, E-mail: info@k2s.ru, http://www.k2s.ru

Технический директор  
ОАО "Ашинский  
металлургический завод"

В.П. Маркин

И. Мещеряков  
12.06.03