

Закрытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт современных телекоммуникационных технологий» (ЗАО «НИИ СТТ»)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ЗАО «НИИ СТТ»



 В.С. Галкин

_____ 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФБУ «УРАЛТЕСТ»



_____ О.А. Гладких

_____ 2015 г.

**Комплекс измерительно-вычислительный
ММКС-05**

Методика поверки
НЛСД.411174.033МП

2.р. 62002-15

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	4
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	4
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	4
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	12

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплексов измерительно-вычислительных ММКС-05 (далее – комплекс), предназначенных для задания и измерения силы постоянного тока намагничивания, измерения магнитного потока и вычисления статических магнитных характеристик образцов магнитомягких материалов.

1.2 Интервал между поверками – два года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки комплекса должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	+	+
Опробование, подтверждение соответствия программного обеспечения	8.2	+	+
Проверка погрешности задания и измерения силы постоянного тока намагничивания	8.3	+	+
Проверка погрешности измерения магнитного потока	8.4	+	+
Проверка основной погрешности измерения магнитных характеристик	8.6	+	+

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки комплекса должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	<p>Катушка электрического сопротивления Р310, номинальное значение 0,01 Ом, класс точности 0,02.</p> <p>Катушки электрического сопротивления Р321, номинальные значения 0,1 Ом и 10 Ом, класс точности 0,01.</p> <p>Катушка электрического сопротивления Р331, номинальное значение 1000 Ом, класс точности 0,01.</p> <p>Мультиметр цифровой Agilent 34410A, диапазоны измерения и соответствующие пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока:</p> <p>до 100 мВ: $\pm(0,000005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,000035 \cdot U_{\text{пр}})$;</p> <p>до 1 В: $\pm(0,000035 \cdot U_{\text{изм}} + 0,000007 \cdot U_{\text{пр}})$;</p> <p>до 10 В: $\pm(0,00003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,000005 \cdot U_{\text{пр}})$;</p> <p>где $U_{\text{изм}}$ – измеренное напряжение постоянного тока, В;</p> <p>$U_{\text{пр}}$ – значение предела измерений напряжения постоянного тока, В.</p>

8.4	Меры взаимной индуктивности образцовые Р5009 , номинальные значения 10 и 0,1 мВб/А, 2-й разряд по ГОСТ 8.030-2013, пределы допускаемой относительной погрешности постоянной меры по магнитному потоку $\pm 0,1$ %. Мера магнитного потока КВ-7 из состава комплекса измерительно-вычислительного ММК-С15Э, номинальное значение 10 мВб/А, 2-й разряд по ГОСТ 8.030-2013, пределы допускаемой относительной погрешности постоянной меры по магнитному потоку $\pm 0,2$ %, максимальная сила тока первичной обмотки не менее 5 А.
8.6	Меры магнитного потока – стандартные образцы магнитомягких материалов , 2-й разряд по ГОСТ 8.030-2013, аттестованные по характеристикам: - B_{max} – магнитная индукция при максимальном значении напряженности магнитного поля, погрешность аттестации не более $\pm 1,0$ %; - B_r – остаточная магнитная индукция, погрешность аттестации не более $\pm 1,0$ %; - $H_{c,B}$ – коэрцитивная сила по индукции, погрешность аттестации не более $\pm 1,5$ %.

3.2 При поверке комплекса допускается использование средств измерений, не указанных в таблице 2, но удовлетворяющих по метрологическим и основным техническим характеристикам требованиям настоящей методики.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим техническим образованием, прошедшие обучение по специальности «Поверка и калибровка средств магнитных измерений» и изучившие эксплуатационную документацию поверяемого комплекса и средств поверки.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый комплекс и применяемые средства поверки.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- изменение температуры за один час работы, °С: не более 2;
- напряжение питающей сети, В 220 \pm 22;
- частота питающей сети, Гц 50 \pm 0,5.

6.2 Внешние электрические и магнитные поля должны находиться в пределах, не влияющих на работу комплекса и средств поверки.

6.3 Ферромагнитные предметы не должны находиться ближе 1,5 м от применяемой меры взаимной индуктивности (меры магнитного потока).

6.4 Мера взаимной индуктивности (мера магнитного потока) не должна находиться ближе 1 м от блоков комплекса.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Выдержать в условиях, указанных в п.6.1, поверяемый комплекс и средства поверки в течение не менее 8 часов.

7.2 Выполнить подготовительные операции согласно п. 2.3 НЛСД.411174.033РЭ "Комплекс измерительно-вычислительный ММКС-05. Руководство по эксплуатации" (далее – РЭ).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Установить соответствие комплекса следующим требованиям:

- комплектность согласно п. 1.1.3 РЭ;
- сохранность пломб;
- отсутствие видимых механических повреждений составных частей комплекса;
- отсутствие повреждений соединительных кабелей, сетевого шнура;
- прочность крепления наружных деталей, четкость фиксации переключателя;
- чистота разъемов и клемм подключения обмоток образца.

8.2 Опробование, подтверждение соответствия программного обеспечения

8.2.1 Подключить аппаратуру комплекса к управляющей ПЭВМ. Включить аппаратуру комплекса и управляющую ПЭВМ.

8.2.2 Запустить ПО комплекса. Должно быть получено сообщение об успешном прохождении проверки контрольных сумм файлов – рисунок 8.1.

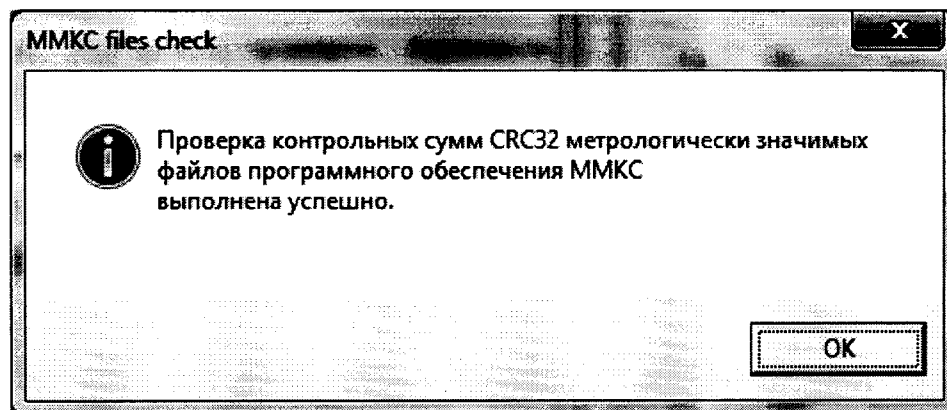



Рисунок 8.1 – Сообщение об успешном прохождении проверки контрольных сумм метрологически значимых файлов

8.2.3 Подключить аппаратуру ММКС-05 к ПО. Для этого выполнить команду Окно -> Измерение образца. В открывшемся окне перейти на вкладку "Измерение" и в области "2 Монитор" выполнить команду  "Подключить инструментальный интерфейс" – рисунок 8.2.

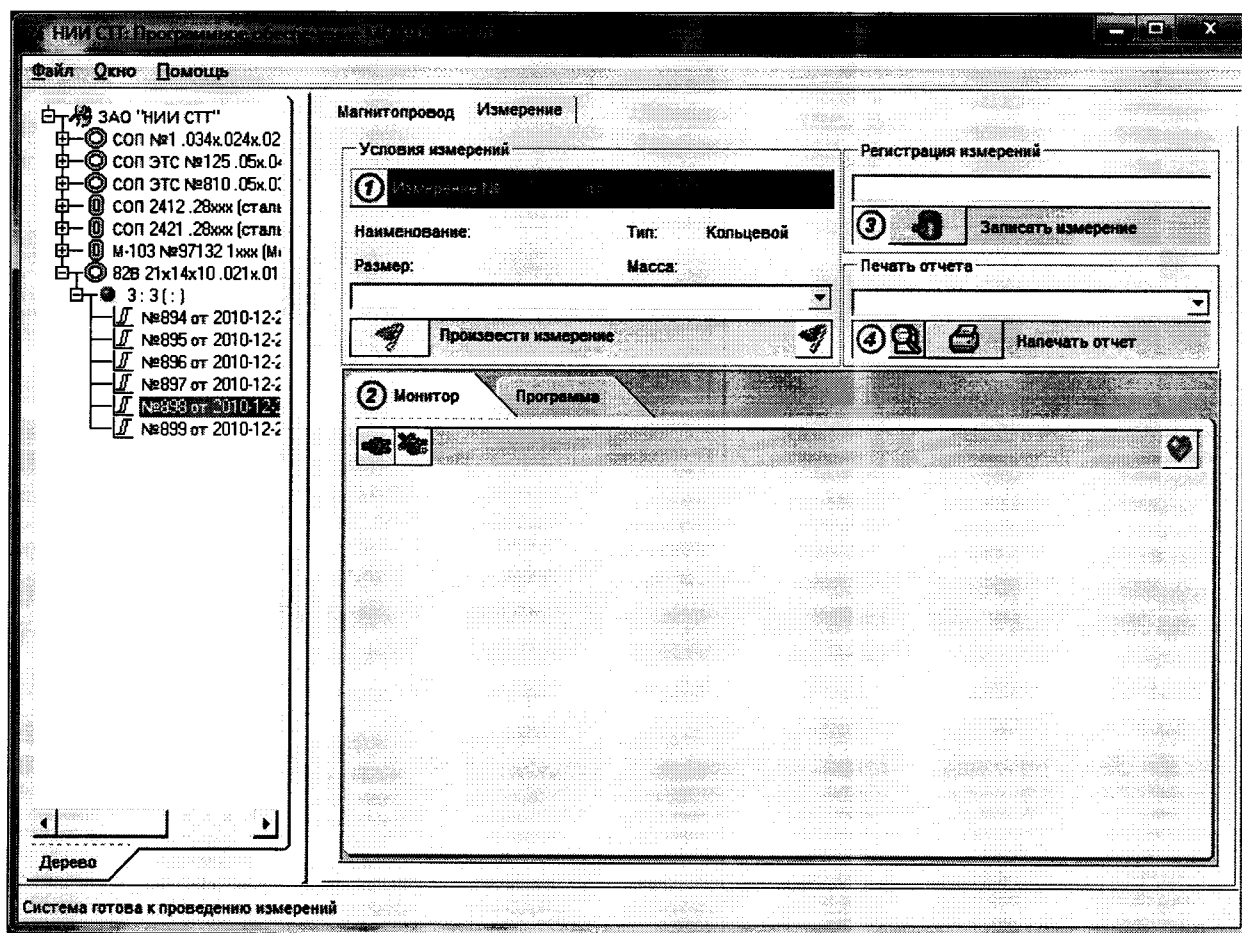


Рисунок 8.2 – Подключение аппаратуры ММКС-05 к ПО

Должно быть получено сообщение об успешном прохождении проверки конфигурационных настроек (калибровочных констант) – рисунок 8.3.

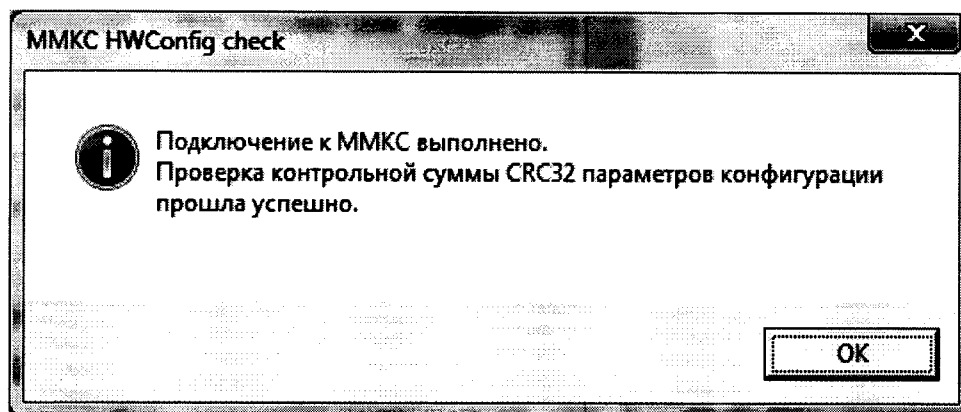


Рисунок 8.3 – Сообщение об успешном прохождении проверки контрольной суммы конфигурационных настроек (калибровочных констант)

8.2.4 Для идентификации ПО используются наименование ПО и номер версии. Способ идентификации ПО – после запуска программы наименование и номер версии считывается в верхней части окна программы – рисунок 8.4.

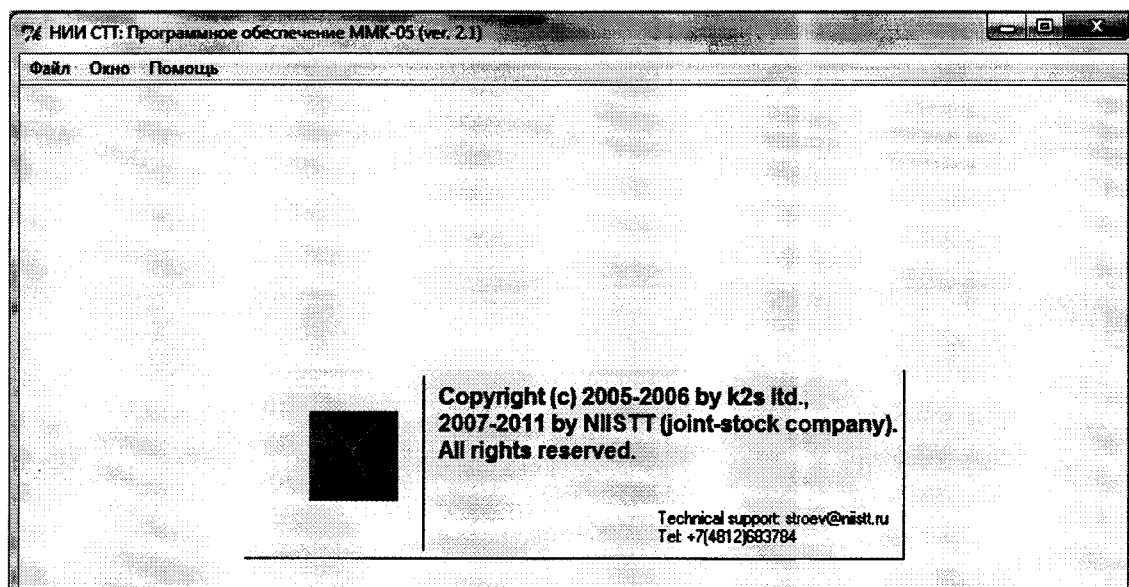


Рисунок 8.4 – Фрагмент основного окна ПО и наименование ПО

Наименование ПО должно соответствовать представленному на рисунке 8.4. Номер версии ПО должен быть 2.1 или выше.

8.2.5 Результат опробования считать положительным, если п.п. 8.2.2-8.2.4 выполнены.

8.3 Проверка погрешности задания и измерения силы постоянного тока намагничивания

8.3.1 Подключить к клеммам «Датчик тока» и «Выход ± 5 А» катушку электрического сопротивления, номинальное сопротивление которого равно первому значению из таблицы 3. Параллельно катушке электрического сопротивления подключить мультиметр цифровой Agilent 34410A (далее – мультиметр) в режиме измерения напряжения постоянного тока.

Таблица 3

Предел измерения силы тока, А	Заданное значение силы тока, А	Тип и номинальное значение сопротивления катушки электрического сопротивления
0,005	0,00015	P331 1000 Ом
	-0,00015	
	0,0003	
	-0,0003	
	0,0005	
	-0,0005	
	0,001	
	-0,001	
	0,002	
	-0,002	
	0,005	
	-0,005	
0,05	0,0005	P321 10 Ом
	-0,0005	
	0,005	
	-0,005	
	0,01	
	-0,01	
	0,02	
	-0,02	
	0,05	

Предел измерения силы тока, А	Заданное значение силы тока, А	Тип и номинальное значение сопротивления катушки электрического сопротивления
	-0,05	
0,5	0,005	P321 10 Ом
	-0,005	
	0,05	
	-0,05	
	0,1	
	-0,1	
	0,2	
	-0,2	
5	0,5	P321 0,1 Ом
	-0,5	
	0,05	
	-0,05	
	0,5	
	-0,5	
	1	
	-1	
	2	
	-2	
	5	P310 0,01 Ом
	-5	

8.3.2 В окне программы автоматизированного рабочего места измерения магнитных характеристик (далее – управляющей программы) в меню «Окно» выбрать режим «Проверка погрешности». Перейти во вкладку «Проверка погрешности измерения тока намагничивания».

8.3.3 В раскрывающемся списке «Предел измерения» выбрать значение предела, соответствующее первому значению предела из таблицы 3.

8.3.4 В одном из двух полей «Значение тока, А» ввести первое значение силы заданного тока намагничивания $I_{\text{зад}}$ из таблицы 3, навести курсор на кнопку «Установить ток» и нажать левую клавишу мыши (далее – ЛКМ), после чего навести курсор на кнопку «Измерить» и нажать ЛКМ.

8.3.5 Рассчитать действительное значение силы тока $I_{\text{действ}}$, А, по формуле:

$$I_{\text{действ}} = \frac{|U_{\text{изм}}|}{R_{\text{эт}}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром, В;
 $R_{\text{эт}}$ – значение сопротивления катушки электрического сопротивления, Ом.

8.3.6 Относительную погрешность задания тока $\delta I_{\text{зад}}$, %, вычислить по формуле:

$$\delta I_{\text{зад}} = \frac{I_{\text{действ}} - |I_{\text{зад}}|}{|I_{\text{зад}}|} \cdot 100. \quad (2)$$

8.3.7 Значение погрешности, рассчитанное по п. 8.3.6, не должно превышать значения, рассчитанного по формуле:

$$\pm \left(0,2 + 0,002 \cdot \left(\frac{I_{\text{пред}}}{|I_{\text{зад}}|} - 1 \right) \right), \quad (3)$$

где $I_{\text{пред}}$ – значение предела измерения, А.

8.3.8 Занести в протокол испытаний измеренное комплексом значение силы тока намагничивания $I_{\text{изм}}$.


8.3.9 Относительную погрешность измерения силы тока намагничивания $\delta I_{\text{изм}}$, %, вычислить по формуле:

$$\delta I_{\text{изм}} = \frac{|I_{\text{изм}}| - I_{\text{действ}}}{|I_{\text{изм}}|} \cdot 100. \quad (4)$$

8.3.10 Значение погрешности, рассчитанное по п. 8.3.9, не должно превышать значения, рассчитанного по формуле:

$$\pm \left(0,2 + 0,002 \cdot \left(\frac{I_{\text{пред}}}{|I_{\text{изм}}|} - 1 \right) \right). \quad (5)$$

8.3.11 Повторить операции по п.п. 8.3.1-8.3.10 для других значений силы тока и соответствующих им значений предела измерения тока и значений сопротивления катушки электрического сопротивления, указанных в таблице 3.

8.3.12 Для отключения режима генерации постоянного тока намагничивания при смене катушки электрического сопротивления в меню «Окно» выбрать пункт «Измерения образца». В правой части открывшегося окна перейти на вкладку «Измерение». В области 2, на вкладке «Монитор», навести курсор на кнопку , предназначенную для отключения инструментального интерфейса, и нажать ЛКМ.

8.4 Проверка погрешности измерения магнитного потока

8.4.1 В окне управляющей программы в меню «Окно» выбрать режим «Программы измерения».

8.4.2 Руководствуясь п. 6.4 НЛСД.411174.033РО «Комплекс измерительно-вычислительный ММКС-05. Руководство оператора» (далее – РО) создать программы измерения зависимости магнитного потока от силы тока с параметрами, приведенными в таблице 4.

8.4.3 Подключить к клеммам «Датчик тока» и «Выход ± 5 А» первичную обмотку меры взаимной индуктивности (далее – КВИ) с номинальным значением взаимной индуктивности КВИ (постоянной по магнитному потоку), указанным первым в таблице 4. Подключить к клеммам «Общ.» и входу веберметра с номером, указанным первым в таблице 4 вторичную обмотку КВИ.

Таблица 4

Заданное значение потока	Тип и номинальное значение постоянной КВИ	Номер входа веберметра	Параметры программы измерения						Пределы допускаемой относительной погрешности измерения потока, %
			Номер программы измерения	Заданное значение тока, А	Канал измерения потока	Время удержания постоянного тока, с	Время переключения, с	Режим балансировки интегратора	
1 мкВб	P5009 100 мкВб/А	1	1	0,005	10 мкВб	0,2	0,1	1	±1
2 мкВб				0,01					
5 мкВб				0,025					
10 мкВб				0,05					
20 мкВб				0,1					
5 мкВб			2	0,025	100 мкВб	0,5	0,5	1	
10 мкВб				0,05					
20 мкВб				0,1					
50 мкВб				0,25					
100 мкВб				0,5					
200 мкВб			1,0						
0,05 мВб			P5009 10 мВб/А	2	3	0,0025	1 мВб	0,5	
0,1 мВб	0,005								
0,2 мВб	0,01								
0,5 мВб	0,025								
1,0 мВб	0,05								
2,0 мВб	0,1								
0,5 мВб	4	0,025				10 мВб			0,5
1 мВб		0,05							
2 мВб		0,1							
5 мВб		0,25							
10 мВб		0,5							
20 мВб	KB-7 10 мВб/А	5			1	100 мВб	0,5	0,5	2
5 мВб			0,25						
10 мВб			0,5						
20 мВб			1						
50 мВб			2,5						
100 мВб	5								

Примечания:

- 1) Значение «1» параметра «Режим балансировки интегратора» – режим балансировки интегратора «На каждый шаг», «2» – режим балансировки «На каждое значение»;
- 2) Количество периодов подготовки – 1, количество периодов измерения – 1.

8.4.4 В окне управляющей программы в меню «Окно» выбрать режим «Измерение образца».

8.4.5 Руководствуясь п. 6.3 РО, выполнить измерение по программе, приведенной первой в таблице 4.

8.4.6 Рассчитать действительное значение магнитного потока $\Phi_{\text{действ}}$, Вб, по формуле:

$$\Phi_{\text{действ}} = 2 \cdot K_{\Phi} \cdot I_{\text{изм}}, \quad (6)$$

где K_Φ – значение постоянной по магнитному потоку из свидетельства о поверке КВИ, Вб/А.

8.4.7 Рассчитать значение магнитного потока $\Phi_{\text{расч}}$, Вб, по формуле:

$$\Phi_{\text{расч}} = 2 \cdot \Phi_{\text{изм}}, \quad (7)$$

где $\Phi_{\text{изм}}$ – значение магнитного потока, измеренное комплексом, Вб.

8.4.8 Относительную погрешность измерения магнитного потока $\delta\Phi$, %, рассчитать по формуле:

$$\delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi_{\text{действ}}}{\Phi_{\text{действ}}} \cdot 100. \quad (8)$$

8.5 Значение погрешности, рассчитанное по п. 8.4.8, должно находиться в пределах допускаемой относительной погрешности, приведенных в таблице 4. Если условия поверки не позволяют провести проверку погрешности измерения магнитного потока на пределе 10 мкВб, то допускается ограничение диапазона измерения магнитного потока с соответствующей записью в свидетельстве о поверке.

8.5.1 Повторить операции по п.п. 8.4.3-8.5 для других программ измерения, указанных в таблице 4.4.

8.6 Проверка основной погрешности измерения магнитных характеристик

8.6.1 Подключить к клеммам «Датчик тока» и «Выход ± 5 А» первичную обмотку первого стандартного образца (далее – СО) из таблицы 5. Подключить к клеммам «Общ.» и «Вход 2» вторичную обмотку СО.

Таблица 5

Стандартный образец	Обозначение измеряемой величины, обозначение единицы измерения	Измеряемая магнитная характеристика	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения магнитной характеристики, %
Образец №1 (сплав марки 79НМ по ГОСТ 10160-75)	B_{150} , Тл	магнитная индукция при напряженности магнитного поля $H = 150$ А/м	$\pm 1,5$
	$H_{c,B}$, А/м	коэрцитивная сила по индукции, определенная для значения максимальной напряженности поля $H = 150$ А/м	$\pm \left(2 + 0,01 \cdot \left(\frac{H_{\text{макс}}}{H_{c,B}} - 1 \right) \right)$
	B_r , Тл	остаточная магнитная индукция для значения максимальной напряженности поля $H = 150$ А/м	$\pm 1,5$
Образец №2 (сплав марки 50Н по ГОСТ 10160-75)	B_{400} , Тл	магнитная индукция при напряженности магнитного поля $H = 400$ А/м	$\pm 1,5$
	$H_{c,B}$, А/м	коэрцитивная сила по индукции, определенная для значения максимальной напряженности поля $H = 400$ А/м	$\pm \left(2 + 0,01 \cdot \left(\frac{H_{\text{макс}}}{H_{c,B}} - 1 \right) \right)$

Стандартный образец	Обозначение измеряемой величины, обозначение единицы измерения	Измеряемая магнитная характеристика	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения магнитной характеристики, %
	B_r , Тл	остаточная магнитная индукция для значения максимальной напряженности поля $H = 400 \text{ А/м}$	$\pm 1,5$
Образец №3 (сталь марки 20895 по ГОСТ 11036-75)	B_{1600} , Тл	магнитная индукция при напряженности магнитного поля $H = 1600 \text{ А/м}$	$\pm 1,5$
	$H_{c,B}$, А/м	коэрцитивная сила по индукции, определенная для значения максимальной напряженности поля $H = 1600 \text{ А/м}$	$\pm \left(2 + 0,01 \cdot \left(\frac{H_{\text{макс}}}{H_{c,B}} - 1 \right) \right)$
	B_r , Тл	остаточная магнитная индукция для значения максимальной напряженности поля $H = 1600 \text{ А/м}$	$\pm 1,5$

8.6.2 Руководствуясь РО, выполнить измерение первой магнитной характеристики из таблицы 5.

8.6.3 Относительную погрешность измерения магнитной характеристики $\delta M_{\text{изм}}$, %, рассчитать по формуле:

$$\delta M_{\text{изм}} = \frac{M_{\text{изм}} - M_{\text{со}}}{M_{\text{со}}} \cdot 100, \quad (9)$$

где $M_{\text{изм}}$ – значение магнитной характеристики, измеренное комплексом;

$M_{\text{со}}$ – аттестованное значение магнитной характеристики.

8.6.4 Относительная погрешность, рассчитанная по формуле (9) должна удовлетворять условию:

$$|M_{\text{изм}}| \leq \sqrt{\delta_{\text{со}}^2 + \delta^2}, \quad (10)$$

где $\delta_{\text{со}}$ – относительная погрешность аттестации образца по измеряемой магнитной характеристике;

δ – допускаемая относительная погрешность измерения магнитной характеристики из таблицы 5.

8.6.5 Повторить п.п. 8.6.1-8.6.44 для других магнитных характеристик образцов из таблицы 5.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки произвольной формы.

9.2 Положительные результаты поверки комплекса измерительно-вычислительного ММКС-05 оформляют согласно ПР 50.2.006-94 выдачей свидетельства о поверке.

9.3 Отрицательные результаты поверки комплекса измерительно-вычислительного ММКС-05 оформляют согласно ПР 50.2.006-94 выдачей извещения о непригодности к применению.