РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

МЕРЫ ИНДУКТИВНОСТИ И ВЗАИМНОЙ ИНДУКТИВНОСТИ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МИ 1985—89

Москва
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТАНДАРТАМ

gost.e-ecolog.ru

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

МЕРЫ ИНДУКТИВНОСТИ И ВЗАИМНОЙ ИНДУКТИВНОСТИ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МИ 1985—89

МИ 1985-89. ГСИ. Меры индуктивности и взаимной индуктивности. Методика поверки. - М.: Техкнига-Сервис, 2011.- 18 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАНА И ВНЕСЕНА Государственным комитетом СССР по управлению качеством продукции и стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Ф. Е. Курочкин, канд. техн. наук (руководитель темы), **О. Ю. Камочкина**

2. УТВЕРЖДЕНА НПО «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 28.03.89

3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС 23.06.89

4. ВЗАМЕН ГОСТ 8.253—77

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение нормативно-технического документа, на который дана ссылка	*Номер проекта, приложения*
ГОСТ 8 395—80	4 1
ГОСТ 7165—78	2 1
ГОСТ 23706—79	2 1
ГОСТ 20798—75	*Вводная часть*, пп. 2.4, 4.1, 5 1 1, 5 2, 5 3, 5 11 1 5 12 1, 5 13, 5 14, 6 5
ГОСТ 21175—75	*Вводная часть*. пп. 4 1, 5 1.1, 5 2, 5 3, 5 6 1, 5 7 1, 5 8, 5 9, 6 5
ГОСТ 22261—82	5 3
ГОСТ 8.326—89	*Вводная часть*

Оформление ООО «Техкнига-Сервис», 2011

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕРЫ ИНДУКТИВНОСТИ И ВЗАИМНОЙ ИНДУКТИВНОСТИ

Методика поверки

МИ 1985—89

Дата введения 01.01.90

Настоящая рекомендация распространяется на меры индуктивности по ГОСТ 21175 и на образцовые меры индуктивности 1, 2 и 3-го разрядов с номинальными значениями $1 \cdot 10^{-9}$—10 Гн, на меры взаимной индуктивности классов точности 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 по ГОСТ 20798 и образцовые меры взаимной индуктивности 3-го разряда с номинальными значениями $1 \cdot 10^{-6}$—$1 \cdot 10^{-2}$ Гн, а также на меры индуктивности и взаимной индуктивности, изготовленные до введения ГОСТ 21175 и ГОСТ 20798.

Импортные меры с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими требованиям ГОСТ 21175 и ГОСТ 20798, поверяют по методике настоящей рекомендации.

Рекомендация устанавливает методику первичной поверки рабочих мер индуктивности в диапазоне частот 40 Гц — 100 МГц и рабочих мер взаимной индуктивности в диапазоне частот 40 Гц — 50 кГц, а также методику периодической поверки образцовых и рабочих мер индуктивности и взаимной индуктивности.

Экспериментальное определение метрологических характеристик мер индуктивности (взаимной индуктивности) при их метрологической аттестации в качестве образцовых средств измерений следует проводить по методике настоящей рекомендации. Порядок проведения метрологической аттестации регламентирован ГОСТ 8.326.

В рекомендации учтены требования научно-технического документа СЭВ по метрологии НТМ СЭВ 25—88.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Проверка электрической прочности изоляции	5.2	Да	Нет
Определение сопротивления изоляции	5.3	Да	Нет
Определение сопротивления мер постоянному току	5.4	Да	Да
Определение действительного значения индуктивности и активного сопротивления * мер индуктивности	5.5	Да	Да
Определение действительных значений индуктивности и активного сопротивления * вариометров индуктивности	5.6	Да	Да
Определение действительного значения индуктивности и активного сопротивления * магазинов индуктивности	5.7	Да	Да
Определение основной погрешности рабочих мер индуктивности	5.8	Да	Да
Определение дополнительной частотной погрешности рабочих мер индуктивности	5.9	Да	Нет
Определение действительного значения взаимной индуктивности и фазовой погрешности мер взаимной индуктивности	5.10	Да	Да
Определение действительного значения взаимной индуктивности и фазовой погрешности вариометров взаимной индуктивности	5.11	Да	Да
Определение действительного значения взаимной индуктивности и фазовой погрешности магазинов взаимной индуктивности	5.12	Да	Да
Определение основной погрешности рабочих мер взаимной индуктивности	5.13	Да	Да
Определение дополнительной частотной погрешности рабочих мер взаимной индуктивности	5.14	Да	Нет
Определение действительного значения индуктивности и взаимной индуктивности образцовых мер	5.15	Нет	Да
Определение нестабильности индуктивности и взаимной индуктивности образцовых мер	5.16	Нет	Да

*Проверяется при наличии требований к обязательности проверки в технических условиях на меры.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки необходимо применять средства, указанные ниже:

универсальную пробойную установку типа УПУ-1М с диапазоном регулируемого напряжения 0—10 кВ;

мегаомметр М-1102 по ГОСТ 23706 с верхним пределом 1000 МОм, рабочим напряжением 100—1000 В, основной погрешностью не более 1%;

мост постоянного тока по ГОСТ 7165 класса точности 0,2 с диапазоном измерений сопротивления 0,01—10^4 Ом;

автоматический мост переменного тока Р5016 для мер индуктивности классов точности 0,2; 0,5; 1,0. Диапазон измерения индуктивности $1 \cdot 10^{-6}$—$1 \cdot 10^{-2}$ Гн; диапазон измерения активного сопротивления 1—$1 \cdot 10^6$ Ом; нормальная область частот 10^3; $5 \cdot 10^3$; 10^4 Гц; относительная погрешность измерения индуктивности при частоте 10^3 Гц не более $\pm(0{,}05—2)$%; погрешность измерения активного сопротивления не более $\pm(1—5)$%;

мост переменного тока Р5083 для мер индуктивности класса 0,1; 0,2. Диапазон измерения индуктивноети $1 \cdot 10^{-10}$—$1 \cdot 10^4$ Гн; диапазон измерения активного сопротивления $1 \cdot 10^{-5}$—$1 \cdot 10^{10}$ Ом, область рабочих частот 0,1—100 кГц; относительная погрешность измерения индуктивности при частоте 1 кГц не более $\pm(0{,}02—5)$%; предел допускаемой основной относительной погрешности измерения активного сопротивления $\pm(0{,}02—0{,}5)$%;

мост переменного тока типа Р571 для мер индуктивности классов точности 0,5 и 1,0. Диапазон измерения индуктивности $1 \cdot 10^{-6}$—$1 \cdot 10^3$ Гн; диапазон измерения добротности 1—200; нормальная область частот 40—10^4 Гц; относительная погрешность измерения индуктивности не более $\pm(0{,}5+4{,}5/L_x)$% для L_x = = (1—100) мкГн; $\pm(0{,}1+3{,}3/L_x)$% для L_x = 100 мкГн — 10 Гн; $\pm 0{,}5$% для L_x = (10—1000) Гн, где L_x — числовое значение измеряемой индуктивности в микрогенри; относительная погрешность измерения добротности не более $\pm(0{,}05\,Q+5)$%;

установку типа УМИЕ-1 для мер индуктивности классов точности 0,01; 0,02; 0,05; 0,1. Диапазон измерения индуктивности $1 \cdot 10^{-6}$—10 Гн; диапазон измерения активного сопротивления 0,1—$5 \cdot 10^3$ Ом; нормальная область частот 20—$2 \cdot 10^4$ Гц; относительная погрешность измерения индуктивности при частоте 1 кГц не более $\pm(0{,}001 \pm 0{,}05/L_x)$% при измерениях по методике, приведенной в п. 5.5.2 и $\pm(0{,}001+1/L_x)$% при измерениях по методике, приведенной в п. 5.5.3, где L_x — числовое значение измеряемой индуктивности в микрогенри; относительная погрешность измерения активного сопротивления не более $\pm(0{,}1+1/R_x)$% при измерениях по методике, приведенной в п. 5.5.2. $\pm(0{,}3+ +1/R_x)$% при измерениях по методике, приведенной в п. 5.5.3, где R_x — числовое значение активного сопротивления поверяемой меры в омах;

установку типа РМ505 для мер индуктивности классов 0,05; 0,1; 0,2; 0,5. Диапазон измерения индуктивности $1 \cdot 10^{-6}$—10 Гн; диапазон измерения активного сопротивления 0,1—10^4 Ом; нормальная область частот 40—10^5 Гц; относительная погрешность измерения индуктивности при частоте 1 кГц не более $\pm(0{,}02+ +0{,}1/L_x)\%$ при измерениях по методике, приведенной в п. 5.5.2, и $\pm(0{,}02+2/L_x)\%$ при измерениях по методике, приведенной в п. 5.5.3; относительная погрешность измерения активного сопротивления не более $\pm(0{,}5+1/R_x)\%$;

автоматизированный высокочастотный компаратор индуктивности Е1—12 для мер индуктивности классов 0,05; 0,1; 0,2; 0,5. Диапазон измерения индуктивности $1 \cdot 10^{-8}$—$2 \cdot 10^{-1}$ Гн, диапазон рабочих частот 0,01—100 МГц, относительная погрешность компарирования $\pm$(0,02—0,3) %;

рабочие эталоны индуктивности. Диапазон номинальных значений $1 \cdot 10^{-6}$—1 Гн; среднее квадратическое отклонение результата измерений индуктивности при частоте 10^3 Гц не более $1 \cdot 10^{-5}$—$3 \cdot 10^{-4}$, погрешность по активному сопротивлению не более $\pm(0{,}5+0{,}1/R_x)\%$;

образцовые меры индуктивности 1-го разряда. Диапазон номинальных значений $1 \cdot 10^{-8}$—1 Гн; погрешность по индуктивности при частоте 10^3—10^8 Гц $\pm$ (0,01—1) %; погрешность по активному сопротивлению не более $\pm(3+0{,}1/R_x)\%$;

образцовые меры индуктивности 2-го разряда. Диапазон номинальных значений $1 \cdot 10^{-8}$—10 Гн; погрешность по индуктивности при частоте 40—60; 10^3—10^8 Гц $\pm$(0,05—2) %; погрешность по активному сопротивлению не более $\pm(5+0{,}1/R_x)\%$;

образцовые меры индуктивности 3-го разряда. Диапазон номинальных значений $1 \cdot 10^{-8}$—10 Гн; погрешность по индуктивности при частоте 40—60; 10^3—10^8 Гц $\pm$(0,1—15) %; погрешность по активному сопротивлению не более $\pm(5+0{,}1/R_x)\%$;

установку типа У5059 для мер взаимной индуктивности $1 \cdot 10^{-6}$—0,1 Гн; диапазон рабочих частот 50—$5 \cdot 10^4$ Гц; диапазон измерения фазовой погрешности $5 \cdot 10^{-4}$—$2 \cdot 10^{-1}$ рад.; относительная погрешность измерения взаимной индуктивности при частоте 10^3 Гц составляет $\pm(0{,}01+1/M_x)\%$, где M_x — числовое значение измеряемой взаимной индуктивности в микрогенри; абсолютная погрешность измерения фазовой погрешности при частоте 10^3 Гц не более $\pm(0{,}01\ \varphi_x+3 \cdot 10^{-4})$ рад, где φ_x — числовое значение измеряемой фазовой погрешности в радианах.

2.2. Основные метрологические характеристики мер индуктивности и взаимной индуктивности приведены в приложении 2.

2.3. Допускается применять вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной или ведомственной метрологической службы и удовлетворяющие по точности требованиям настоящей рекомендации.

2.4. Соотношение погрешностей образцовых средств измерений и поверяемых (образцовых и рабочих) мер при поверке по индуктивности и взаимной индуктивности не должно превышать:

для образцовых мер 1 и 2-го разрядов — 1 : 2; 3-го разряда — 1 : 2,5; рабочих мер 1 : 3.

Погрешность измерения активного сопротивления мер индуктивности не должна превышать $\pm(2+1/R_x)\%$ для мер классов точности 0,01; 0,02; 0,05; 0,1 и $\pm(5+1/R_x)\%$ — для мер классов точности 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0.

Погрешность измерения фазовой погрешности мер взаимной индуктивности не должна превышать значения, указанного в ГОСТ 20798.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Главгосэнергонадзором.

4. ПОДГОТОВКА И УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия по ГОСТ 21175, ГОСТ 20798 и ГОСТ 8.395.

Допускается меры индуктивности и взаимной индуктивности поверять в условиях эксплуатации, отличных от нормальных, обусловленных условиями эксплуатации.

4.2. Меры индуктивности и взаимной индуктивности, имеющие собственное внешнее магнитное поле (неэкранированные катушки с цилиндрическим и шпулевидным каркасом), при поверке следует располагать на расстоянии не менее 1 м от металлических объектов (корпуса измерительного моста, посторонних предметов).

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1. Внешний осмотр

5.1.1. Поверяемые приборы должны быть в исправном состоянии. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие мер индуктивности и взаимной индуктивности ГОСТ 21175 и ГОСТ 20798 в части внешнего вида, маркировки и ТУ на меры в части комплектности.

5.2. Электрическую прочность изоляции мер индуктивности и взаимной индуктивности проверяют на универсальной установке типа УПУ-1М по ГОСТ 21175 и ГОСТ 20798.

5.3. Определение сопротивления изоляции мер индуктивности и взаимной индуктивности проводят по ГОСТ 22261.

Сопротивление изоляции между изолированной электрической цепью и корпусом меры должно быть не менее значений, указанных в ГОСТ 21175 и ГОСТ 20798.

5.4. Сопротивление постоянному току мер индуктивности и взаимной индуктивности определяют при помощи мостов постоянного тока.

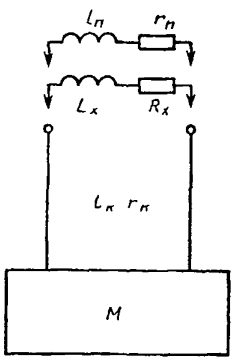
5.5. Действительные значения индуктивности и активного сопротивления мер индуктивности определяют при помощи мостовых измерительных цепей переменного тока одним из методов, приведенных ниже.

5.5.1. *Метод непосредственной оценки*

Измерения проводят на мостах переменного тока типа Р5016, Р5083, Р571.

Действительные значения индуктивности и активного сопротивления определяют непосредственно по отсчетным устройствам измерительных мостов.

5.5.2. Метод двух уравновешиваний с применением замещающего элемента (рис. 1).



Измерения проводят на установках типов УМИЕ-1, РМ505.

Первое уравновешивание моста проводят подключив поверяемую катушку с индуктивностью L_x и активным сопротивлением R_x к измерительной установке соединительными проводниками с индуктивностью l_k и активным сопротивлением r_k.

Затем, не нарушая конфигурации соединительных проводников, вместо поверяемой катушки подключают замещающий элемент с индуктивностью l_n и активным сопротивлением r_n и проводят второе уравновешивание моста.

Измерительную цепь моста уравновешивают отсчетными регулировочными элементами плеч сравнения моста при неизменных параметрах его плеч произведения.

При первом уравновешивании измерительной цепи по полученным данным вычисляют A_x и B_x: $A_x=L_x+l_k$, $B_x=R_1-R_x-r_k$.

При втором уравновешивании вычисляют A_n и B_n: $A_n=l_n+l_k$, $B_n=R_1-r_n-r_k$, где R_1 — сопротивление первого плеча.

Действительные значения индуктивности и активного сопротивления поверяемой катушки вычисляют по формулам: $L_x=A_x-A_n+l_n$, $R_x=B_n-B_x+r_n$.

Расчетные соотношения для вычисления A и B берут из технических условий на применяемый мост.

5.5.3. Метод двух уравновешиваний с дополнительным уравновешиванием при накоротко замкнутых входных зажимах поверяемой меры (см. рис. 1).

Измерения проводят на установках типов УМИЕ-1, РМ505. Подключение и первое уравновешивание моста проводят по п. 5.5.2. Второе уравновешивание моста проводят, заменив поверяемую катушку замещающим элементом с индуктивностью l_n и активным сопротивлением $r_n \leqslant 1 \cdot 10^{-4}$ Ом, не нарушая конфигурации соединительных проводников.

Измерительную цепь моста уравновешивают отсчетными регулировочными элементами плеч сравнения моста при неизменных параметрах его плеч произведения.

Из условия первого равновесия измерительной цепи вычисляют A_x и B_x: $A_x=L_x+l_k$, $B_x=R_1-R_R-r_k$.

Из условия второго равновесия вычисляют A_n и B_n: $A_n=l_n+l_k$, $B_n=R_1-r_k$.

Действительные значения индуктивности и активного сопротивления катушек вычисляют по формулам: $L_x=A_x-A_n+l_n$, $R_x=B_n-B_x$.

Индуктивность замещающего элемента l_n определяют расчетным путем (см. приложение 1).

5.5.4. *Метод замещения*

Измерения проводят на приборах Е1-12, используя рабочие эталоны индуктивности, образцовые меры индуктивности 1, 2 и 3-го разрядов методом разновременного сравнения мер с одинаковыми номинальными значениями.

При измерении индуктивности образцовых мер с применением блока ввода значение измеряемой меры индуктивности определяется непосредственно по показанию прибора.

При измерении индуктивности без применения блока ввода подключают попеременно исходную и измеряемую меру и действительное значение измеряемой индуктивности вычисляют по формуле $L_x=L_0(f_0/f_x)^2(1-2\,K\,\Delta f/f_0)$, где L_0 — индуктивность исходной образцовой меры, Гн; f_0 — значение частоты, соответствующее индуктивности исходной образцовой меры, Гц; f_x — значение частоты, соответствующее индуктивности измеряемой образцовой меры, Гц, $\Delta f=f_x-f_0$; K — поправочный коэффициент, отражающий частотные свойства элементов контура.

5.6. Определение действительных значений индуктивности и активного сопротивления вариометров индуктивности.

Измерения проводят на приборах и по методике, приведенной в пп. 5.5.1, 5.5.2 и 5.5.3 для каждой числовой отметки диапазона измерений шкалы. Если шкала вариометра содержит более 30 отметок, то действительное значение индуктивности допускается определять для 30 отметок, равномерно распределенных по шкале. Действительное значение активного сопротивления вариометра определяют в двух отметках шкалы.

5.6.1. Отсчетное устройство вариометра устанавливают на нулевую отметку шкалы и определяют начальную индуктивность L_0. Начальная индуктивность вариометра не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 21175.

5.6.2. Отсчетное устройство вариометра устанавливают в проверяемую отметку шкалы и измеряют индуктивность на зажимах вариометра и активное сопротивление R_x.

Действительное значение индуктивности вариометра L_x в проверяемой отметке шкалы вычисляют по формуле $L_x = L_i - L_0$.

5.7. Определение действительного значения индуктивности и активного сопротивления магазинов индуктивности.

Измерения по индуктивности проводят для каждого обозначенного положения переключающего устройства и каждой отметки встроенного в магазин вариометра при установке остальных переключателей в начальное положение.

Действительное значение активного сопротивления определяют для каждого обозначенного положения переключающего устройства и двух отметок шкалы встроенного вариометра.

5.7.1. Начальную индуктивность магазинов индуктивности определяют при установке всех переключателей в нулевое положение и установке вариометра на начальную отметку шкалы при помощи методов, указанных в пп. 5.5.1, 5.5.2 и 5.5.3. Начальная индуктивность магазинов L_0 не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 21175.

5.7.2. Действительное значение индуктивности и активного сопротивления магазина индуктивности определяют по п. 5.5 для ступенчатых декад, при этом $L_x = L_i - L_0$, где L_i — индуктивность, измеренная по методике, приведенной в п. 5.5, на зажимах магазина индуктивности проверяемой отметки переключающего устройства; по пп. 5.6 для встроенного вариометра.

5.8. Основную погрешность рабочих мер индуктивности в процентах определяют по формуле

$$\delta = |(L_{ном} - L_x)/L_{ном}| \cdot 100,$$

где $L_{ном}$ — номинальное значение индуктивности, Гн; L_x — действительное значение индуктивности, Гн.

Основная погрешность мер индуктивности не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 21175.

5.9. Определение дополнительной частотной погрешности мер индуктивности.

Дополнительную частотную погрешность в расширенной области частот определяют по методике, приведенной в ГОСТ 21175.

Погрешность не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 21175.

5.10. Определение действительного значения взаимной индуктивности и фазовой погрешности мер проводят при помощи мостовых цепей переменного тока одним из следующих методов.

5.10.1. *Метод двух уравновешиваний*

Измерения проводят на установке У5059. При первом уравновешивании схемы взаимная индуктивность M включена. При втором уравновешивании одна из обмоток меры взаимной индуктивности выключена.

Измерительную цепь моста уравновешивают отсчетными регулировочными элементами плеч моста.

Действительное значение взаимной индуктивности и сопротивление потерь меры взаимной индуктивности вычисляют по формулам, приведенным в документации на применяемый мост.

5.10.2. Метод определения взаимной индуктивности посредством измерения индуктивности последовательно (согласно и встречно) соединенных обмоток катушки.

Измерения проводят одним из методов и на приборах, указанных п. 5.5 (для катушек классов точности 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 с коэффициентом связи $K \leqslant 0{,}5$ в диапазоне частот до 1 кГц).

Действительное значение взаимной индуктивности M_x вычисляют по формуле

$$M_x = (L_{согл} - L_{встр})/4,$$

где $L_{согл}$ и $L_{встр}$ — индуктивность при последовательном согласном и встречном включениях катушки взаимной индуктивности соответственно.

5.11. Определение действительного значения взаимной индуктивности и фазовой погрешности вариометров взаимной индуктивности.

Измерения проводят на приборах и по методике, приведенной в пп. 5.10.1 и 5.10.2 для каждой числовой отметки диапазона.

Если шкала вариометра содержит более 30 отметок, то действительное значение взаимной индуктивности допускается определять для 30 отметок, равномерно распределенных по шкале.

Фазовую погрешность вариометров взаимной индуктивности определяют не менее, чем на двух отметках шкалы.

5.11.1. Отсчетное устройство вариометра устанавливают на нулевую отметку шкалы и измеряют начальную взаимную индуктивность M_0.

Начальная взаимная индуктивность вариометров не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 20798.

5.11.2. Отсчетное устройство вариометра устанавливают в проверяемую отметку шкалы и определяют взаимную индуктивность M_i и фазовую погрешность φ_x.

Действительное значение взаимной индуктивности вариометра M_x в проверяемой отметке шкалы вычисляют по формуле $M_x = M_i - M_0$.

5.12. Определение действительного значения взаимной индуктивности и фазовой погрешности магазинов взаимной индуктивности.

Измерения проводят на приборах и по методике, приведенной в пп. 5.10.1 и 5.10.2 для каждого обозначенного положения переключающего устройства и каждой числовой отметки шкалы встроенного вариометра при установке остальных переключателей в начальное положение.

Фазовую погрешность определяют не менее, чем на двух ступенях каждой декады магазина.

5.12.1. Начальную взаимную индуктивность M_0 магазинов взаимной индуктивности определяют при установке всех переключателей в нулевое положение и установке вариометра на начальную отметку шкалы.

Начальная взаимная индуктивность магазинов индуктивности не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 20798.

5.12.2. Действительное значение взаимной индуктивности M_x и фазовой погрешности φ_x магазинов взаимной индуктивности определяют в соответствии с методами, указанными в п. 5.10 — для ступенчатых декад, при этом $M_x = M_i - M_0$,

где M_i — взаимная индуктивность, измеренная в поверяемой отметке переключающего устройства, в п. 5.11 — для встроенного вариометра.

5.13. Основную погрешность рабочих мер взаимной индуктивности в процентах вычисляют по формуле

$$\delta = [(M_{ном} - M_x)/M_{ном}] \cdot 100,$$

где $M_{ном}$ — номинальное значение взаимной индуктивности поверяемой меры, Гн; M_x — действительное значение взаимной индуктивности поверяемой меры, Гн.

Основная погрешность мер взаимной индуктивности не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 20798.

5.14. Определение дополнительной частотной погрешности мер взаимной индуктивности.

Дополнительную частотную погрешность в расширенной области частот определяют по методике, приведенной в ГОСТ 20798.

Погрешность не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 20798.

5.15. Определение действительного значения индуктивности и взаимной индуктивности образцовых мер.

5.15.1. Действительные значения индуктивности образцовых мер индуктивности определяют по методике, приведенной в п. 5.5.

Относительную погрешность образцовых мер индуктивности вычисляют по формуле

$$\delta_{отн} = \sqrt{\delta_x^2 + \nu_0^2},$$

где δ_x — относительная погрешность измерения индуктивности поверяемой образцовой меры на измерительной установке; ν_0 — относительная нестабильность поверяемой образцовой меры.

Погрешность мер индуктивности не должна превышать значений, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Разряд образцовых мер индуктивности	Номинальное значение индуктивности, Гн	Относительная погрешность, %, при частотах, Гц						
		40—60	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
1	10^{-8}	—	—	1,0	0,5	0,5	0,5	—
	10^{-7}	—	1,0	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5
	10^{-6}	—	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	—
	10^{-5}	—	0,05	0,1	0,1	0,1	—	—
	10^{-4}	—	0,01	0,05	0,05	0,05	—	—
	10^{-3}	—	0,01	0,03	0,05	—	—	—
	10^{-2}	—	0,01	0,03	—	—	—	—
	10^{-1}	—	0,01	0,03	—	—	—	—
	1	—	0,01	—	—	—	—	—
2	10^{-8}	—	—	2,0	1,0	1,0	1,0	—
	10^{-7}	—	3,0	1,0	0,6	0,6	0,6	1,0
	10^{-6}	—	1,0	0,6	0,4	0,4	0,4	—
	10^{-5}	—	0,1	0,2	0,2	0,2	—	—
	10^{-4}	—	0,03	0,06	0,1	0,1	—	—
	10^{-3}	—	0,03	0,06	0,1	—	—	—
	10^{-2}	—	0,03	0,06	0,1	—	—	—
	10^{-1}	—	0,03	0,06	—	—	—	—
	1	—	0,03	—	—	—	—	—
	10	0,4	0,05	—	—	—	—	—
3	10^{-8}		15,0	5	2,5	2,5	2,5	—
	10^{-7}		5,0	2,5	1,5	1,5	1,5	2,5
	10^{-6}		3,0	1,5	1,0	1,0	1,0	—
	10^{-5}		0,3	0,5	0,5	0,5	—	—
	10^{-4}		0,1	0,2	0,25	0,25	—	—
	10^{-3}		0,1	0,15	0,25	—	—	—
	10^{-2}		0,1	0,15	0,25	—	—	—
	10^{-1}		0,1	0,15	—	—	—	—
	1		0,1	—	—	—	—	—
	10		0,2	—	—	—	—	—

5.15.2. Действительные значения взаимной индуктивности образцовых мер определяют по п. 5.10.

Относительную погрешность образцовых мер взаимной индуктивности вычисляют по формуле

$$\delta_{отн}=\sqrt{\delta_x^2+\nu_0^2},$$

где δ_x — относительная погрешность измерения взаимной индуктивности поверяемой образцовой меры на измерительной установке; ν_0 — относительная нестабильность поверяемой образцовой меры.

Погрешность образцовых мер взаимной индуктивности не должна превышать значений, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Номинальное значение взаимной индуктивности мер 3-го разряда, Гн	Относительная погрешность, %, при частотах, Гц	
	10^3	10^4
10^{-4} 10^{-3} 10^{-2}	0,1	0,2

5.16. Определение нестабильности (годовых изменений индуктивности) образцовых мер индуктивности и взаимной индуктивности проводят сравнением действительных значений индуктивности и взаимной индуктивности, полученных при данной и предыдущей поверках при частоте $1 \cdot 10^3$ Гц или при частоте, указанной в ТУ на меры.

Нестабильность должна быть не более 0,7 относительной погрешности для образцовых мер 1-го разряда и не более 0,5 — для образцовых мер 2 и 3-го разрядов.

5.17. Основанием для подтверждения разряда является нестабильность индуктивности за год (см. п. 5.16).

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1. Результаты первичной поверки мер индуктивности и взаимной индуктивности предприятие-изготовитель оформляет отметкой в паспорте и клеймением мер.

6.2. На меры индуктивности и взаимной индуктивности, признанные годными при поверке органами Госстандарта СССР, ставят клеймо и выдают свидетельство установленной формы. Последовательность заполнения оборотной стороны свидетельства приведена в приложении 3.

6.3. Результаты периодической ведомственной поверки оформляют соответствующими документами, составленными ведомственной службой и клеймением мер.

6.4. Меры, не удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, к выпуску и применению не допускают, а клеймо гасят.

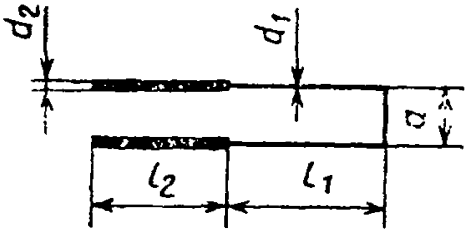
6.5. При периодической поверке рабочих мер, действительные значения индуктивности (взаимной индуктивности) которых не соответствуют значениям, предусмотренным присвоенным классам точности, переводятся в класс точности, соответствующий действительному значению по ГОСТ 21175 и ГОСТ 20798.

Расчет индуктивности замещающего элемента

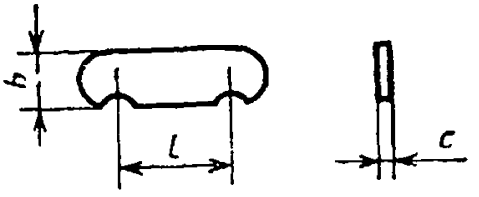
Замещающий элемент должен иметь следующие параметры:

индуктивность l_n должна быть не более $2 \cdot 10^{-7}$ Гн. Активное сопротивление r_n должно удовлетворить $(R_x \pm 0{,}50)$ Ом, где R_x — активное сопротивление меры, определенное по показаниям установки при равновесии измерительной цепи.

В качестве замещающего элемента применяют резисторы типа С2-29В или прямоугольные петли из манганинового провода (рис. 2).



Индуктивность петли или замещающей перемычки (рис. 3) определяют расчетным путем или измеряют одним из методов настоящей рекомендации.



Индуктивность прямоугольной петли рассчитывают по формуле

$$l_n = \frac{\mu_0}{\pi}\left[\left(l_1 + \frac{a}{2}\right)\left(l_n \frac{2a}{d_1} + \frac{1}{4}\right) + l_2\left(l_n \frac{2a}{d_2} + \frac{1}{4}\right) - 1{,}1\ a\right],$$

где μ_0 — магнитная постоянная для немагнитных материалов; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; l_1 — длина петли, м; l_2 — длина соединительных выводов, м; d_1 — диаметр провода петли, м; d_2 — диаметр провода соединительных выводов, м; a — расстояние между проводом петли, м.

Индуктивность замыкающей перемычки рассчитывают по формуле

$$l_n = \frac{\mu_0 l}{2\pi}\left(l_n \frac{2l}{b+c} + 0{,}5\right),$$

где l — длина перемычки между зажимами, м; b и c — размеры сторон пластины.

Индуктивность резисторов С2-29В измеряют одним из методов, указанных в п. 5 5 настоящей рекомендации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Основные метрологические характеристики мер индуктивности и взаимной индуктивности

Название, тип меры	Диапазон номинальных значений индуктивности, Гн	Нормальная область частот	Погрешность
Катушка индуктивности типа Р593	10^{-8}—10^{-1}	10^3—10^7 Гц	0,2% — при f=1—10 кГц; 0,3% — при f=30—1000 кГц; 1% при f=3—10 МГц, добавляется везде абсолютная погрешность $\pm 3\cdot10^{-10}$ Гн
Мера индуктивности типа Р596	10^{-6}—1	50—10^5 Гц	$\pm(0{,}02+1/L)$ % при f=1—10^4 кГц; $\pm(0{,}05+2/L)$ % при f=50 кГц; $\pm(0{,}1+2/L)$ % при f=50 Гц и 100 кГц
Мера индуктивности типа Р5101—Р5115	10^{-6}—1	80—10^5 Гц	от 0,01 до 2%
Катушка индуктивности типа Р547	10^{-4}—1	50—$2\cdot10^4$ Гц	$\pm(0{,}1$—$0{,}02)$ %
Катушка индуктивности типа КИ-5	10^{-4}—1	50—$2\cdot10^4$ Гц	$\pm(0{,}1$—$0{,}02)$ %
Катушка индуктивности О170—2	10^{-7}—$2\cdot10^{-1}$	10 кГц — 30 МГц	$\pm(0{,}2$—$1{,}3)$ %
Магазин индуктивности типа Р567	От начальной до 111,1 мГн	20—10^4 Гц	±0,2%
Катушка взаимной индуктивности типа Р536	10^{-3}—10^{-2}	10^3—10^4 Гц	±0,2%
Катушка взаимной индуктивности типа Р5009	10^{-4}—10^{-2}	10^3—$5\cdot10^4$ Гц	-+0,1%
Магазин взаимной индуктивности типа Р5000	От 0,001 до 11,1	До 10 кГц	±0,2%
Меры индуктивности типа Е1-15	10^{-7}—10^{-4}	1—100 МГц	$\pm(0{,}05$—$1{,}0)$ %
Меры индуктивности Е1-10	10^{-7}—10^{-4}	1—100 МГц	$\pm(0{,}3$—$2{,}5)$ %
Меры индуктивности типа О187 ф. RFT	10^{-5}—10	0,05—10^5 кГц	0,02%
Меры индуктивности типа 1482 ф. GR	$5\cdot10^{-5}$—10	0,05—10^5 кГц	$\pm(0{,}02\%+1$ мкГн)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Обязательное

Оборотная сторона свидетельства

На оборотной стороне свидетельства необходимо указать:

условия поверки (частота переменного тока, температура окружающей среды);

для образцовых мер индуктивности и взаимной индуктивности должны быть приведены действительные значения с указанием погрешности, установленной при поверке. По согласованию с потребителем может быть также указано действительное значение активного сопротивления (для мер индуктивности) и фазовой погрешности (для мер взаимной индуктивности);

для вариометров указывается действительное значение индуктивности (взаимной индуктивности) для каждой поверяемой отметки шкалы вариометра и действительное значение начальной индуктивности (взаимной индуктивности). По согласованию с потребителем может быть также указано действительные значение активного сопротивления (фазовой погрешности) для двухотметок вариометра;

для образцовых магазинов индуктивности и взаимной индуктивности действительные значения, соответствующие каждому обозначенному положению переключателей и каждой проверенной отметке вариометра с указанием погрешности, установленной при поверке, а также действительное значение начальной индуктивности (взаимной индуктивности) магазина. По согласованию с потребителем могут быть также приведены значения активного сопротивления (фазовой погрешности);

срок действия свидетельства;

дату поверки.

МИ 1985-89
Информационно-правовое издание

Формат 60х84/16. Усл. печ. л. 1,1.
Тираж 80 экз. Заказ № 434.

ООО «Техкнига-Сервис»
115211, г. Москва, ул. Борисовские пруды, д. 10, корп. 5
Тел. (495) 960-12-72

Отпечатано с готового оригинал-макета на производственной базе
ООО «Техкнига-Сервис»

gost.e-ecolog.ru