

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

# МОСТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА УРАВНОВЕШЕННЫЕ

## МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

## ГОСТ 8.294—85

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

# МОСТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА УРАВНОВЕШЕННЫЕ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

## ГОСТ 8.294—85

Издание официальное

МОСКВА—1985

**РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам**

**ИСПОЛНИТЕЛИ**

**И. Я. Клебанов**, канд. техн. наук (руководитель темы); **Т. М. Гущина**, канд. техн. наук; **Ф. Е. Курочкин**, канд. техн. наук; **М. Д. Клионский**, канд. техн. наук

**ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам**

Член Госстандарта **Л. К. Исаев**

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 июня 1985 г. № 2057**

© Издательство стандартов, 1985

УДК 621.317.733.025.089.6:006.354 Группа Т88.8

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Государственная система обеспечения единства измерений

# МОСТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА УРАВНОВЕШЕННЫЕ

Методика поверки

State system of ensuring the uniformity of measurements. A. c. balanced bridges. Calibration methods

ОКСТУ 0008

**ГОСТ 8.294—85**

Взамен ГОСТ 8.294—78

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 июня 1985 г. № 2057 срок введения установлен

с 01.07.86

Настоящий стандарт распространяется на измерительные мосты переменного тока по ГОСТ 9486—79 и автоматические цифровые мосты переменного тока по ГОСТ 25242—82 (далее — мосты), предназначенные для измерения электрической емкости $C$ от $1 \cdot 10^{-15}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Ф, индуктивности $L$ от $1 \cdot 10^{-9}$ до $2 \cdot 10^{3}$ Гн, активного электрического сопротивления $R$ от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{8}$ Ом, активной электрической проводимости $G$ от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{2}$ См, тангенса угла потерь $\operatorname{tg} \delta$ от $1 \cdot 10^{-5}$ до 2, добротности $Q$ от $1 \cdot 10^{-2}$ до 250, тангенса угла фазового сдвига $\operatorname{tg} \varphi$ от $1 \cdot 10^{-4}$ до 10, постоянной времени $\tau$ от $1 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ с при синусоидальном напряжении на объекте измерения $U$ до 200 В в диапазоне частот $f$ от 40 до $1 \cdot 10^{6}$ Гц.

Стандарт устанавливает методику первичной и периодической поверок рабочих мостов классов точности от 0,001 до 5 и периодической поверки образцовых мостов 2 и 3-го разрядов.

По методике настоящего стандарта допускается поверять мосты в диапазоне частот 10—40 и $1 \cdot 10^{6}$—$1 \cdot 10^{7}$ Гц, измерительные установки (в том числе поверочные) на основе уравновешенных мостов переменного тока, а также измерители емкости, индуктивности, активного сопротивления, активной проводимости, тангенса угла потерь, добротности (за исключением измерителей добротности по ГОСТ 11286—69), собранные по схемам, отличным от мостовых, с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими требованиям настоящего стандарта.

Настоящий стандарт не распространяется на мосты для специальных измерений (например электрохимических и магнитных

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

измерений, измерений неэлектрических величин и сопротивления изоляции) и на мосты-компараторы.

Порядок определения метрологических характеристик мостов при метрологической аттестации их в качестве образцовых приведен в справочном приложении 6.

## 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки, указанные в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование операции | Номер пункта стандарта | Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики | Обязательность проведения операции при | |
|---|---|---|---|---|
| | | | первичной поверке | эксплуатации и хранении |
| Внешний осмотр | 4.1 | — | Да | Да |
| Проверка электрической прочности изоляции | 4.2 | Пробойная универсальная установка с погрешностью по испытательному напряжению не более 10 % (справочное приложение 3); вольтметр по ГОСТ 8711—78 с погрешностью не более 5 %; секундомер по ГОСТ 5072—79 | Да | Нет |
| Определение сопротивления изоляции | 4.3 | Мегаомметр с верхним пределом измерения не ниже минимального допускаемого значения сопротивления изоляции электрических цепей поверяемого моста относительно корпуса (справочное приложение 3) | Да | Нет |
| Опробование | 4.4 | Многозначные меры *C*, *L*, *R* (магазины или конденсаторы переменной емкости по ГОСТ 6746—75, магазины индуктивности по ГОСТ 21175—75, магазины активного сопротивления по ГОСТ 23737—79) — справочное приложение 1; | Да | Да |

*Продолжение табл. 1*

| Наименование операции | Номер пункта стандарта | Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики | Обязательность проведения операции при | |
|---|---|---|---|---|
| | | | первичной поверке | эксплуатации и хранении |
| | | составные меры $Q$, tgδ, τ, tgφ (справочное приложение 2) с пределами, соответствующими одному из диапазонов измерения моста | | |
| Определение чувствительности моста (для мостов по ГОСТ 9486—79) | 4.5 | Меры $C$, $L$, $R$ по ГОСТ 6746—75, ГОСТ 21175—75 и ГОСТ 23737—79 соответственно (справочное приложение 1); составные меры $Q$, tgδ, τ, tgφ с верхним пределом измерения, соответствующим верхнему пределу измерения поверяемого моста (справочное приложение 2) | Да | Нет |
| Определение погрешности установки частоты питающего генератора | 4.6 | Частотомер с погрешностью, не превышающей $^1/_3$ предела допускаемой основной погрешности установки частоты питающего генератора (справочное приложение 3) | Да | В соответствии с требованиями технической документации (далее — ТД) |
| Определение основной погрешности моста: | 4.7 | — | Да | Да |
| при комплектной поверке | 4.7.1 | Рабочие эталоны и образцовые меры 1, 2 и 3-го разрядов емкости, индуктивности, активного сопротивления, тангенса угла потерь, добротности; составные меры $L$, $Q$, tgδ, $R$, $G$, τ, tgφ | Да | Да |
| при поэлементной поверке | 4.7.2 | Средства поверки по п. 4.7.1; компараторы, мосты и измерители; | | |

*Продолжение табл. 1*

| Наименование операции | Номер пункта стандарта | Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики | Обязательность проведения операции при | |
|---|---|---|---|---|
| | | | первичной поверке | эксплуатации и хранении |
| | | технические характеристики для $R$ и $G$ — по ГОСТ 8.237—77, для $C$ и $tg\delta$ — по ГОСТ 8.255—77, для $L$ — по ГОСТ 8.253—77 | | |
| Определение вариации показаний (для мостов по ГОСТ 25242—82) | 4.8 | Средства поверки по п. 4.4 | Да | Да |
| Проверка выходных сигналов, поступающих на цифропечатающее устройство (для мостов по ГОСТ 25242—82) | 4.9 | Средства поверки по п. 4.4;<br>цифропечатающее устройство, предназначенное для работы с поверяемым мостом;<br>вольтметр или амперметр, позволяющий измерять выходные сигналы с погрешностью не более $^1/_3$ допуска на амплитуду напряжения или тока (справочное приложение 3) | Да | Нет |

Примечания:

1. Все средства поверки должны иметь действующие документы об их поверке или аттестации.
2. Допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию и удовлетворяющие по точности требованиям настоящего стандарта.

1.2. При выпуске из ремонта, не связанном с заменой изоляторов, операции по пп. 4.2 и 4.3 не проводят.

1.3. При комплектной поверке соотношение погрешностей между образцовыми средствами поверки и поверяемыми мостами для измерений $C$, $L$, $R$, $G$ не должно превышать значений, указанных в табл. 2.

1.4. При комплектной поверке соотношение погрешностей между образцовыми средствами поверки и поверяемыми мостами для измерений $tg\,\delta$, $Q$, $tg\,\varphi$, $\tau$ не должно превышать значений, указанных в табл. 3.

Таблица 2

| Поверяемые мосты | Класс точности, разряд | Соотношение погрешностей |
|---|---|---|
| Рабочие | 0,001—0,025<br>0,04—0,05<br>0,1—5 | 1:2<br>1:2,5<br>1:3 |
| Образцовые | 2<br>3 | 1:2<br>1:2,5 |

Таблица 3

| Предел допускаемой погрешности поверяемого моста | Измеряемая величина $A$ | | | | Соотношение погрешностей |
|---|---|---|---|---|---|
| | $tg\delta$, $10^{-4}$ | $Q$ | $tg\varphi$, $10^{-4}$ | $\tau$, $10^{-8}$, с | |
| (0,005—0,015) $A$ | Менее 1 | — | — | — | 1:1,2 |
| | 1—2 | 100 и более | 1—2 | 2 и менее | 1:1,5 |
| | Более 2 | Менее 100 | Более 2 | Более 2 | 1:2 |
| (0,02—0,1) $A$ | Более 2 | Менее 100 | Более 2 | Более 2 | 1:3 |

1.5. При поэлементной поверке соотношение погрешностей между образцовыми средствами поверки и поверяемыми элементами мостов не должно превышать:

значений, указанных в ГОСТ 8.237—77, ГОСТ 8.253—77 и ГОСТ 8.255—77, — при поверке элементов ($R$, $L$, $C$), образующих плечи моста;

значений, указанных в ТД на мост конкретного типа, — при поверке элементов, образующих отношения плеч моста.

## 2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура воздуха в помещении:

(20±0,5) °С — для рабочих мостов классов точности от 0,002 до 0,01 по ГОСТ 25242—82; при этом температуру следует измерять с погрешностью не более 0,1 °С;

(20±1) °С — для рабочих мостов класса точности 0,01 по ГОСТ 9486—79 и мостов классов точности от 0,015 до 0,05, образцовых 2 и 3-го разрядов;

(20±2) °С — для рабочих мостов классов точности от 0,1 до 0,5;

(20±5) °С — для рабочих мостов классов точности от 1 до 5;

температура воздуха в помещении при поверке рабочих мостов классов точности 0,001 и 0,0015 по ГОСТ 25242—82 должна соответствовать требованиям ТД на мосты;

относительная влажность воздуха, атмосферное давление в помещении, где проводят поверку, и напряжение питания для мостов с ручным уравновешиванием — по ГОСТ 9486—79, для цифровых автоматических мостов — по ГОСТ 25242—82.

2.2. Перед поверкой мосты классов точности 0,01; 0,02 и 0,05 по ГОСТ 9486—79 необходимо выдержать в условиях, указанных в п. 2.1, не менее 24 ч, остальные мосты — не менее 8 ч.

2.3. Перед опробованием мост необходимо выдержать во включенном состоянии в течение времени, указанного в ТД на прибор, а если это время не указано, то не менее 0,5 ч.

2.4. Если условия, при которых нормирована основная погрешность поверяемого моста, отличаются от указанных в п. 2.1, то для него должны быть созданы условия по ТД на мост конкретного типа, а образцовые средства поверки должны работать в условиях, указанных в п. 2.1.

Допускается использовать образцовые средства поверки при температурных условиях для поверяемых мостов, отличных от указанных в п. 2.1, при введении температурных поправок к показаниям (значениям) образцовых средств.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.1.019—79, ГОСТ 12.1.030—81, ГОСТ 12.2.007.0—75, ГОСТ 12.2.007.3—75, ГОСТ 12.3.019—80, ГОСТ 22261—82 и руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором в 1969 г.

## 4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр

4.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие моста следующим требованиям.

Мост должен быть представлен на поверку с паспортом и техническим описанием для мостов, выпущенных из производства и

после ремонта, или со свидетельством о предыдущей поверке (аттестации) и техническим описанием для остальных мостов.

Комплектность моста (за исключением ЗИП) должна соответствовать требованиям технического описания на мост конкретного типа.

Образцовый мост должен иметь неповрежденное клеймо поверяющей организации. В случае повреждения клейма образцовый мост должен быть принят как рабочий.

Мост не должен иметь внешних дефектов, которые могут привести к ошибкам при измерениях (неисправности рукояток, повреждения корпуса моста, выводов, присоединительных проводов, встроенных в мост приборов, повреждения и загрязненности шкал и т. п.).

4.2. Проверка электрической прочности изоляции

При проверке электрической прочности изоляции штырьки вилки шнура питания соединяют между собой и подключают к незаземленному выводу источника высокого напряжения. Заземленный вывод источника высокого напряжения соединяют с выводом защитного заземления поверяемого моста (при его отсутствии — с корпусом моста).

Переключатель питания поверяемого моста должен быть во включенном положении.

Напряжение на выходе источника высокого напряжения плавно повышают от нуля до значения испытательного напряжения, указанного в ТД на мост конкретного типа, в течение 5—10 с.

Изоляция должна выдерживать полное испытательное напряжение в течение 1 мин. Внезапное возрастание тока в низковольтной цепи источника напряжения указывает на неудовлетворительное состояние изоляции.

4.3. Определение сопротивления изоляции

При определении сопротивления изоляции изолированные от корпуса выводы моста, служащие для подключения измеряемого объекта, соединяют между собой и подключают к одному из выводов мегаомметра. Вывод защитного заземления поверяемого моста (при его отсутствии — корпус моста) соединяют со вторым выводом мегаомметра и записывают показания мегаомметра. При этом напряжение на выводах мегаомметра должно быть не ниже максимального рабочего и не выше испытательного.

Сопротивление изоляции должно быть не меньше указанного в ТД на мосты конкретного типа.

4.4. Опробование

4.4.1. Перед включением моста несколько раз прокручивают переключатели и органы плавной регулировки, нажимают кнопки, подключают присоединительные устройства (кабели).

Не допускаются следующие дефекты:

нечеткая фиксация положений переключателей, невозможность установки переключателей хотя бы в одно из предусмотренных положений;

неисправность, отсутствие или несоответствие деталей электрических соединителей;

неплавный ход и заедание органов плавной регулировки, невозможность поворота органов плавной регулировки на предусмотренный угол;

ненадежность креплений переключателей, элементов плавной регулировки или их рукояток;

повреждение гнезд, нечеткость фиксации кнопок.

4.4.2. Мост включают и подготавливают к работе в соответствии с указаниями ТД на мост конкретного типа. Ко входу моста подключают одну из многозначных мер (магазин или меру переменного значения) $C$, $L$, $R$, $\operatorname{tg}\delta$, $Q$, $\tau$, $\operatorname{tg}\varphi$ в зависимости от измеряемой величины с пределами измерений, соответствующими одному из диапазонов измерения моста.

Допускается использовать многозначные меры с более узким частотным диапазоном измерений по сравнению с частотным диапазоном поверяемого моста.

Изменяя значения многозначной меры, проводят уравновешивание при всех положениях отсчетного устройства каждой декады моста (для мостов по ГОСТ 9486—79) или убеждаются в том, что в каждом из разрядов отсчетного устройства моста (для цифровых автоматических мостов) может быть включен любой из предусмотренных знаков. Проверку последних проводят в любом из установленных в ТД на мост конкретного типа режимах работы.

В цифровых автоматических мостах дополнительно проверяют устройство автоматического запуска:

при ступенчатой регулировке времени индикации (частоты запуска) — при всех положениях переключателя времени индикации;

при плавной регулировке времени индикации (частоты запуска) — при двух крайних положениях ручки регулировки времени индикации.

Не допускаются следующие дефекты:

невозможность включения хотя бы одного из знаков на отсчетном устройстве;

одновременное включение более чем одного знака в одном разряде (в цифровых автоматических мостах).

Кроме того, в цифровых автоматических мостах не должен наблюдаться скачок показаний через одно или несколько значений хотя бы в одной из проверяемых точек при значениях измеряемой величины, большей четверти верхнего предела проверяемого диапазона, за исключением случаев, указанных в ТД на мост конкретного типа.

4.4.3. Опробование проводят на каждом из отсчетных устройств моста (например $C$ и tg $\delta$, $C$ и $G$, $R$ и $L$, $R$ и $\tau$). Если отсчетное устройство моста предназначено для представления результатов измерения нескольких величин, опробование проводят по одной из них.

При периодической поверке допускается объединять опробование с определением основной погрешности моста (п. 4.7.).

4.5. Определение чувствительности моста (для мостов по ГОСТ 9486—79).

4.5.1. Чувствительность моста определяют при одном значении каждой из измеряемых величин, близком к верхнему пределу измерения.

4.5.2. После уравновешивания моста изменяют показание регулирующего устройства по соответствующей величине на несколько делений последнего знака (в случае отсчетного устройства моста в виде шкалы) или на несколько числовых отметок последней декады (в случае многодекадного отсчетного устройства) и отмечают изменение показаний указателя равновесия, вызванное разбалансом моста.

4.5.3. Чувствительность метода должна быть такой, чтобы изменение показания моста от уравновешенного состояния на значение, равное $^1/_2$ предела допускаемой основной погрешности, вызвало отклонение луча указателя равновесия не менее чем на 1 мм или конца стрелки указателя равновесия не менее чем на 0,5 мм.

4.6. Определение погрешности установки частоты питающего генератора

4.6.1. Погрешности установки частоты питающего генератора моста определяют в случае, если это указано в ТД на мост конкретного типа. Погрешность определяют по методике ГОСТ 8.314—78 (до 0,1 МГц) и ГОСТ 16863—71 (до 10 МГц).

Погрешность установки частоты не должна превышать значений, указанных в ТД на мост конкретного типа.

4.7. Определение основной погрешности моста

Основную погрешность моста, имеющего одну частоту, определяют для каждой из величин, измеряемых с помощью поверяемого моста.

Для мостов, имеющих нормальную область частот или дискретные нормальные частоты, основную погрешность определяют при частотах:

1000 Гц — для мостов, измеряющих индуктивность от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 Гн, емкость от $1 \cdot 10^{-15}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ Ф, активное сопротивление от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{8}$ Ом, активную проводимость от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{2}$ См, tg $\delta$, $Q$, tg $\varphi$, $\tau$ — в диапазонах, указанных во вводной части стандарта;

на одной из частот диапазона 40—100 Гц (в соответствии с ТД на мост конкретного типа) — для мостов, измеряющих индуктив-

ность от 10 до $2 \cdot 10^3$ Гн, емкость более $1 \cdot 10^{-4}$ Ф, тангенс угла потерь от $1 \cdot 10^{-4}$ до 2, добротность от $1 \cdot 10^{-1}$ до 50.

Основную погрешность мостов при указанных частотах определяют по пп. 4.7.1 и 4.7.2.

Дополнительно основную погрешность определяют в числовых отметках отсчетных устройств, указанных в ТД на мост конкретного типа:

для мостов, имеющих нормальную область частот, — на наименьшей и наибольшей частотах области;

для мостов, имеющих дискретные нормальные частоты, — на остальных дискретных частотах.

Основную погрешность мостов на наименьшей и наибольшей частотах или на остальных дискретных частотах диапазона также определяют по методике пп. 4.7.1 и 4.7.2 (если другая методика не указана в ТД на мост конкретного типа).

Примечание. В зависимости от особенностей применения мостов по просьбе потребителя основную погрешность мостов, имеющих нормальную область частот, определяют при частотах, выбранных из нормальной области и отличающихся от вышеуказанных (при наличии соответствующих средств поверки).

По просьбе потребителя основную погрешность моста при периодической поверке определяют не для всех измеряемых величин, диапазонов измерений и не на всех частотах (частичная поверка моста).

Основную погрешность моста определяют при комплектной или поэлементной поверке.

4.7.1. *Комплектная поверка*

При комплектной поверке при помощи поверяемого моста измеряют значения образцовых или составных мер соответствующих величин и вычисляют основную погрешность моста.

В мостах по ГОСТ 9486—79 на шкале отсчетного устройства моста устанавливают значение измеряемой величины и уравновешивают мост с помощью подключенной многозначной меры. При использовании однозначных мер для определения основной погрешности уравновешивание проводят с помощью регулирующих устройств моста. Значения сопутствующих (дополнительных) величин (например tg δ при измерении $C$ или $C$ при измерении tg δ) уравновешивают с помощью соответствующих регулирующих устройств моста.

В цифровых автоматических мостах основную погрешность определяют в режиме работы, указанном в ТД на мост конкретного типа. При отсутствии указаний основную погрешность определяют в автоматическом режиме работы моста.

Показания отсчетных устройств моста записывают в протокол поверки (см. обязательное приложение 4).

4.7.1.1. Определение основной погрешности моста при измерении емкости, индуктивности, активного сопротивления и активной проводимости.

Основную погрешность однодиапазонного моста с отсчетным устройством в виде шкалы определяют на всех числовых отметках отсчетного устройства моста.

Основную погрешность однодиапазонного моста с многодекадным (для цифровых автоматических мостов — многоразрядным) отсчетным устройством определяют для всех числовых отметок первой (старшей) декады (разряда*) и набора отметок, составленного из наименьшего значения первой декады и числовых отметок остальных декад.

Числовые отметки остальных декад выбирают в соответствии с ТД на мост конкретного типа. При отсутствии указаний основную погрешность определяют для набора отметок, составленного из наименьшего значения первой декады и всех числовых отметок остальных декад (1111..., 1222..., 1333..., 1444..., 1999...). Числовые отметки последней декады могут быть произвольными.

В однодиапазонных многодекадных рабочих мостах классов точности 0,2 и более точных для измерений *C, L, R*, рабочих мостах всех классов точности для измерений *G*, образцовых мостах 2 и 3-го разрядов, а также рабочих и образцовых мостах с нормальной областью частот или дискретными нормальными частотами свыше $1 \cdot 10^5$ Гц допускается определять основную погрешность при значениях величин, близких к начальному («1»—«3»), среднему («4»—«6») и конечному («7»—«10») положениям каждой декады при установке отсчетных устройств остальных декад в нулевое положение.

В однодиапазонных трансформаторных мостах, в которых уравновешивание осуществляется переключением только витков обмоток трансформатора, допускается определять основную погрешность при значениях величин, близких к начальному, среднему и конечному положениям старшей декады. В мостах, в которых уравновешивание осуществляется переключением витков обмоток трансформатора и встроенных мер, дополнительно определяют основную погрешность при значениях величин, близких к начальному положению второй декады при установке отсчетных устройств остальных декад в нулевые положения.

Аналогичные измерения проводят для третьей и последующих декад.

При определении основной погрешности по *C, L, R, G* отсчеты по $\operatorname{tg} \delta$, *Q*, $\tau$, $\operatorname{tg} \varphi$ могут быть произвольными.

Основную погрешность многодиапазонного моста на основном диапазоне (см. справочное приложение 7) определяют аналогично определению основной погрешности однодиапазонного моста (со шкалой или многодекадного).

---

* Далее вместо термина «разряд» употребляется термин — «декада».

Основную погрешность многодиапазонного моста на остальных диапазонах определяют при двух значениях величин, близких к начальному и к среднему или конечному значениям измеряемой величины на каждом из диапазонов измерения.

Основную погрешность многодиапазонных трансформаторных мостов на неосновных диапазонах определяют при одном значении величины, близком к начальному положению отсчетного устройства старшей декады.

4.7.1.2. Определение основной погрешности моста при измерении тангенса угла потерь, добротности, тангенса угла фазового сдвига и постоянной времени.

Основную погрешность однодиапазонного моста с однодекадным отсчетным устройством или с отсчетным устройством в виде шкалы в зависимости от наличия средств поверки определяют двумя способами:

на всех числовых отметках отсчетного устройства при любом одном значении емкости (индуктивности, активного сопротивления) в любом из диапазонов измерения $C$ ($L$, $R$). Дополнительно погрешность определяют на одной (произвольной) числовой отметке $\operatorname{tg}\delta$, $Q$, $\operatorname{tg}\varphi$, $\tau$ для одного любого значения емкости (индуктивности, активного сопротивления) в каждом из остальных диапазонов измерения $C$ ($L$, $R$);

на числовых отметках $\operatorname{tg}\delta$ ($Q$, $\operatorname{tg}\varphi$, $\tau$), близких к начальному, среднему и конечному положениям отсчетного устройства моста по этим величинам при одном значении емкости (индуктивности, активного сопротивления) на каждом диапазоне измерения $C$ ($L$, $R$).

Основную погрешность однодиапазонного моста с многодекадным отсчетным устройством определяют для каждой декады при установке отсчетных устройств остальных декад в нулевое положение при одном любом значении емкости (индуктивности, активного сопротивления) в любом из диапазонов измерения $C$ ($L$, $R$). При этом основную погрешность для каждой декады определяют не менее чем в трех числовых отметках $\operatorname{tg}\delta$ ($Q$, $\operatorname{tg}\varphi$, $\tau$), близких к начальному, среднему и конечному положениям отсчетных устройств.

Дополнительно основную погрешность определяют в двух числовых отметках $\operatorname{tg}\delta$ ($Q$, $\operatorname{tg}\varphi$, $\tau$), близких к началу и концу диапазона измерения при одном значении емкости (индуктивности, активного сопротивления) на каждом из остальных диапазонов измерения $C$ ($L$, $R$).

Для однодиапазонных трансформаторных мостов основную погрешность на каждом из остальных диапазонов измерений $C$ ($L$, $R$) допускается определять в одной (произвольной) числовой отметке $\operatorname{tg}\delta$ ($Q$, $\operatorname{tg}\varphi$, $\tau$).

4.7.1.3. Основную погрешность многодиапазонного моста определяют на каждом из диапазонов измерения $\operatorname{tg}\delta$ ($Q$, $\operatorname{tg}\varphi$, $\tau$). При этом на одном любом диапазоне проводят измерения аналогично измерениям для однодиапазонного моста (однодекадного, со шкалой, многодекадного). На остальных диапазонах измерения погрешность определяют при двух значениях $\operatorname{tg}\delta$ ($Q$, $\operatorname{tg}\varphi$, $\tau$), близких к начальному и конечному значениям проверяемого диапазона, при одном любом значении емкости (индуктивности, активного сопротивления) в любом из диапазонов измерения $C$ ($L$, $R$).

4.7.1.4. При определении основной погрешности мостов, измеряющих добротность $Q>10$, тангенс угла потерь $\operatorname{tg}\delta<1\cdot10^{-4}$ и постоянную времени $\tau<2\cdot10^{-8}$ с, допускается заменять определение основной погрешности в конце диапазона измерения $Q$ и в начале диапазона измерения $\operatorname{tg}\delta$, $\tau$ определением основной погрешности в числовых отметках, соответствующих меньшему значению $Q$ или большим значениям $\operatorname{tg}\delta$, $\tau$.

4.7.1.5. При определении основной погрешности допускается уменьшать число величин, по которым определяют основную погрешность моста, число диапазонов измерений и проверяемых точек при наличии соответствующих указаний в ТД на мост конкретного типа.

4.7.1.6. Основную абсолютную погрешность моста $\Delta$ при комплектной поверке определяют по формуле

$$\Delta=A_{\text{м}}-A_{\text{д}}, \qquad (1)$$

где $A_{\text{м}}$ — показание отсчетного устройства моста при измерении соответствующей величины;

$A_{\text{д}}$ — действительное значение образцовой меры.

Основную относительную погрешность моста $\Delta_0$ в процентах определяют по формуле

$$\Delta_0=\frac{\Delta}{A_{\text{ном}}}\cdot100, \qquad (2)$$

где $A_{\text{ном}}$ — номинальное значение образцовой меры.

Для многодекадных мостов классов точности 0,2 и более точных, каждую декаду которых проверяют в отдельности, дополнительно определяют наибольшие основные погрешности моста в целом по формулам:

абсолютная погрешность

$$\Delta_{\max}=\sum_{i=1}^{n}\Delta_i; \qquad (3)$$

относительная погрешность (в процентах)

$$\Delta_{0\max}=\frac{\Delta_{\max}}{\sum\limits_{i=1}^{n}A_{\text{ном},i}}\cdot100, \qquad (4)$$

где $\Delta_i$ — основная абсолютная погрешность моста на $i$-й декаде;

$A_{ном.\,i}$ — номинальное значение измеряемой величины на $i$-й декаде моста, соответствующее погрешности $\Delta_i$;

$n$ — общее число декад моста.

В формулу (3) следует подставлять значения основных абсолютных погрешностей, соответствующих:

наибольшей основной относительной погрешности (без учета знака) $\Delta_1$ — для первой декады;

наибольшим основным абсолютным погрешностям, если знаки погрешностей $\Delta_1$ и $\Delta_2$, $\Delta_1$ и $\Delta_3$... одинаковы, и наименьшим абсолютным погрешностям, если эти знаки противоположны, — для второй и последующих декад.

4.7.2. *Поэлементная поверка*

Поэлементную поверку применяют для мостов, в ТД на которые она допускается.

Поэлементная поверка заключается в определении погрешностей мер, образующих элементы плеч моста.

Погрешности определяют во всем диапазоне значений элементов. Поэлементную поверку завершают контрольным определением основной погрешности моста и комплектной поверкой на основном диапазоне при значениях величин, близких к начальному, среднему и конечному положениям отсчетных устройств диапазона.

4.7.2.1. Погрешности элементов, составляющих отдельные плечи моста, определяют по ГОСТ 8.237—77 (меры сопротивления и проводимости), ГОСТ 8.253—77 (меры индуктивности) и ГОСТ 8.255—77 (меры емкости).

Погрешности элементов, составляющих плечи отношений, определяют по методике, изложенной в ТД на мост конкретного типа.

4.7.2.2. Основную погрешность моста вычисляют по формулам, приведенным в ТД на мост конкретного типа. В формулы следует подставлять значения погрешностей элементов плеч, которые при алгебраическом суммировании дают наибольший результат.

В справочном приложении 5 приведены примеры определения основных погрешностей при поэлементной поверке наиболее распространенных четырех- и шестиплечих мостов.

4.7.3. Погрешности рабочих мостов, определенные по пп. 4.7.1.6 (при комплектной поверке) и 4.7.2.2 (при поэлементной поверке) не должны превышать пределов допускаемых основных погрешностей, указанных в ТД на мост конкретного типа.

Пределы допускаемых основных погрешностей образцовых мостов (после введения поправок) приведены в табл. 4—6.

Таблица 4

| Измеряемая величина | Номинальное значение измеряемой величины | Разряд моста | Предел допускаемой основной относительной погрешности, %, при частотах, Гц | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 40—100 | $1 \cdot 10^3$ | $1 \cdot 10^4$ | $1 \cdot 10^5$ | $1 \cdot 10^6$ |
| *C*, пф | $10^{-3}$ | 2 | — | $3 \cdot 10^{-1}$ | $4 \cdot 10^{-1}$ | — | — |
| | $10^{-2}$ | | — | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | — | — |
| | $10^{-1}$ | | — | $2 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | — | — |
| | 1 | | — | $2 \cdot 10^{-2}$ | $4 \cdot 10^{-2}$ | $4 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | 10 | | — | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $4 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^2$ | | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^3$ | | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^4$ | | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $3 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^5$ | | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | — |
| | $10^6$ | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | — | — |
| | $10^7$ | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | — | — | — |
| | $10^8$ | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | — | — | — |
| *C*, пФ | $10^{-3}$ | 3 | — | $6 \cdot 10^{-1}$ | 1,0 | — | — |
| | $10^{-2}$ | | — | $2 \cdot 10^{-1}$ | $4 \cdot 10^{-1}$ | — | — |
| | $10^{-1}$ | | — | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | — | — |
| | 1 | | — | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| | 10 | | — | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^2$ | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^3$ | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^4$ | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^5$ | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ | — |
| | $10^6$ | | $15 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | — | — |
| | $10^7$ | | $15 \cdot 10^{-2}$ | $15 \cdot 10^{-2}$ | — | — | — |
| | $10^8$ | | $15 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | — | — | — |
| | $10^9$ | | $2 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | — | — | — |
| | $10^{-7}$ | 2 | — | $2 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^{-6}$ | | — | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^{-5}$ | | — | $3 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^{-4}$ | | — | $3 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^{-3}$ | | — | $3 \cdot 10^{-2}$ | — | — | — |
| | $10^{-2}$ | | — | $3 \cdot 10^{-2}$ | — | — | — |
| | $10^{-1}$ | | — | $3 \cdot 10^{-2}$ | — | — | — |
| | 1 | | — | $3 \cdot 10^{-2}$ | — | — | — |
| *L*, Гн | $10^{-8}$ | 3 | — | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| | $10^{-7}$ | | — | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| | $10^{-6}$ | | — | $5 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-1}$ | 1,0 |
| | $10^{-5}$ | | — | $2 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^{-4}$ | | — | $1 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^{-3}$ | | — | $1 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ | — |
| | $10^{-2}$ | | — | $1 \cdot 10^{-1}$ | — | — | — |
| | $10^{-1}$ | | — | $1 \cdot 10^{-1}$ | — | — | — |
| | 1 | | — | $1 \cdot 10^{-1}$ | — | — | — |
| | 10 | | — | $2 \cdot 10^{-1}$ | — | — | — |
| | $10^2$ | | — | $5 \cdot 10^{-1}$ | — | — | — |
| | $10^3$ | | — | 1,0 | — | — | — |

*Продолжение табл. 4*

| Измеряемая величина | Номинальное значение измеряемой величины | Разряд моста | Предел допускаемой основной относительной погрешности, %, при частотах, Гц | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 40—100 | $1 \cdot 10^3$ | $1 \cdot 10^4$ | $1 \cdot 10^5$ | $1 \cdot 10^6$ |
| $R$, Ом ($G$, См) | $10^{-1}$—1 (10—1) | 2 | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | — |
| | 1—$10^2$ (1—$10^{-2}$) | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | — |
| | $10^2$—$10^4$ ($10^{-2}$—$10^{-4}$) | | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | — |
| | $10^4$—$10^6$ ($10^{-4}$—$10^{-6}$) | | $2 \cdot 10^{-2}$ | $2 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | — |
| | $10^6$—$10^7$ ($10^{-6}$—$10^{-7}$) | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | — | — |
| | $10^{-1}$—1 (10—1) | 3 | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | — |
| | 1—$10^2$ (1—$10^{-2}$) | | $1 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $2 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^2$—$10^4$ ($10^{-2}$—$10^{-4}$) | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ |
| | $10^4$—$10^6$ ($10^{-4}$—$10^{-6}$) | | $5 \cdot 10^{-2}$ | $5 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $3 \cdot 10^{-1}$ | — |
| | $10^6$—$10^8$ ($10^{-6}$—$10^{-8}$) | | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{-1}$ | $5 \cdot 10^{-1}$ | — |

Таблица 5

| Измеряемая величина | Разряд | Предел допускаемой основной абсолютной погрешности при частотах, Гц | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $1 \cdot 10^3$ | 40—100, $1 \cdot 10^4$, $1 \cdot 10^5$ | $1 \cdot 10^6$ |
| tgδ | 2 | $(0{,}002\ \mathrm{tg}\delta + (0{,}2—0{,}5)) \cdot 10^{-4}$ | $(0{,}002—0{,}007)\ \mathrm{tg}\delta + (0{,}3—1{,}0) \cdot 10^{-4}$ | $(0{,}003—0{,}008)\ \mathrm{tg}\delta + (0{,}3—1{,}0) \cdot 10^{-4}$ |
| | 3 | $(0{,}005\ \mathrm{tg}\delta + (0{,}5—1{,}0) \cdot 10^{-4}$ | $(0{,}005—0{,}015)\ \mathrm{tg}\delta + (0{,}5—1{,}5) \cdot 10^{-4}$ | $(0{,}01—0{,}025)\ \mathrm{tg}\delta + (0{,}7—2{,}0) \cdot 10^{-4}$ |

Таблица 6

| Измеряемая величина | Разряд | Предел допускаемой погрешности |
|---|---|---|
| $Q$ | 2 | $(1+1\cdot10^{-2}\,Q)$ % |
| $\mathrm{tg}\delta_L$ | | $1\cdot10^{-2}\,\mathrm{tg}\delta_L + 1\cdot10^{-4}$ |

Примечание. $\mathrm{tg}\delta_L$ — тангенс угла потерь катушек индуктивности, равный $1/Q$, нормируют для мостов, в которых вместо $Q$ измеряют $\mathrm{tg}\delta_L$.

Пределы допускаемых основных погрешностей образцовых мостов при номинальных значениях измеряемых величин больших $1\cdot10^n$ и меньших $1\cdot10^{n+1}$ не должны превышать погрешности, указанной для значения $1\cdot10^n$ в табл. 4.

Нестабильность показаний образцовых мостов определяют как разность поправок к показанию моста при измерении величины одного и того же номинального значения при данной и предыдущей поверках. Нестабильность определяют для тех же значений измеряемых величин, для которых определялась основная погрешность моста (см. пп. 4.7.1.1 и 4.7.1.2).

Нестабильность показаний образцовых мостов всех разрядов за год не должна превышать 0,7 пределов их допускаемых основных погрешностей.

4.8. Определение вариации показаний (для мостов по ГОСТ 25242—82)

Вариацию показаний определяют для мостов, в ТД на которые она нормирована.

Вариацию показаний определяют на одном (любом) диапазоне измерений для одного значения измеряемой величины на каждом из отсчетных устройств моста.

Ко входу моста подключают одну из многозначных или составных мер $C$, $L$, $R$, $\mathrm{tg}\,\delta$, $Q$, $\tau$, $\mathrm{tg}\,\varphi$. Вариацию определяют как разность двух показаний моста при одном и том же значении измеряемой величины, при медленных изменениях ее в двух направлениях — со стороны меньших и со стороны бо́льших значений.

Вариацию определяют три раза. Ни одно из полученных значений не должно превышать предельного значения, указанного в ТД на мост конкретного типа.

4.9. Проверка выходных сигналов, поступающих на цифропечатающее устройство, (для мостов по ГОСТ 25242—82).

К выходу поверяемого моста подключают цифропечатающее устройство. Ко входу моста подключают одну из многозначных или составных мер (в зависимости от измеряемой величины). Изменяя показание меры, проверяют соответствие показаний отсчет-

ного устройства моста и результатов, отпечатанных цифропечатающим устройством. Выполнение этой операции может быть совмещено с операцией по п. 4.4.2.

При отсутствии цифропечатающего устройства измеряют значения сигналов на выходе поверяемого моста. Сигналы по амплитуде и фазе должны соответствовать требованиям, указанным в ТД на мост конкретного типа.

4.10. Результаты поверки заносят в протокол поверки (обязательное приложение 4).

## 5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Результаты первичной поверки рабочих мостов оформляют отметкой в паспорте и нанесением поверительного клейма.

5.2. Положительные результаты государственной периодической поверки оформляют нанесением на мост поверительного клейма.

На образцовые мосты дополнительно выдают свидетельство по форме, установленной Госстандартом. Форма записи результатов поверки образцовых мостов на оборотной стороне свидетельства приведена в обязательном приложении 8. Поправки к показаниям образцовых мостов, приведенные на оборотной стороне свидетельства, определяют для значений измеряемых величин, установленных в пп. 4.7.1.1 и 4.7.1.2.

По желанию потребителя вместо нанесения поверительного клейма (или наряду с нанесением клейма) допускается выдавать свидетельство о поверке на рабочие мосты.

5.3. Положительные результаты периодической ведомственной поверки оформляют в порядке, установленном ведомственной метрологической службой.

5.4. При проведении частичной поверки мостов выдают свидетельство о поверке с указанием величин, диапазонов и частот, на которых проводилась поверка. При этом на мосты поверительное клеймо не ставят.

5.5. Мосты, эксплуатируемые без цифропечатающих устройств, поверенные после ремонта и имеющие отрицательные результаты поверки по п. 4.9, допускают к применению, о чем делают отметку в свидетельстве.

5.6. Мосты, не удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, к выпуску и применению не допускают, поверительное клеймо гасят, свидетельство аннулируют. На них выдают извещение о непригодности.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*
*Справочное*

## ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ПОВЕРКИ (ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ СОСТАВНЫХ МЕР)

Таблица 1

**Меры емкости и тангенса угла потерь**

| Наименование | Тип | Номинальное значение (диапазон), пФ | Нормальная частота (диапазон), Гц | Тангенс угла потерь | Предел допускаемой погрешности, % (класса точности) | Погрешность определения действительного значения, % | Разряд образцового средства | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Рабочий эталон | — | $1—1 \cdot 10^6$ | $1 \cdot 10^3$ | $(1—7) \cdot 10^{-6}$ при $C = 1— —1 \cdot 10^3$ пФ, $(1—2) \cdot 10^{-4}$ при $C = 1 \cdot 10^4— —1 \cdot 10^5$ пФ | — | $S_{\Sigma_0} = 2 \cdot 10^{-4}— —1 \cdot 10^{-3}$ $\nu = 2 \cdot 10^{-4}— —5 \cdot 10^{-3}$ | Рабочий эталон | — |
| Меры емкости | Р5050 | 1, 10, $1 \cdot 10^2$, $1 \cdot 10^3$ | $40—1 \cdot 10^5$ | $5 \cdot 10^{-5}$ | 0,02 | 0,01 | 1, 2 и 3 | Серийный выпуск |
| | Р597* | $(1, 2, 3, 4) 10^n$, где $n = 0—5$ | $40—1 \cdot 10^5$ | $5 \cdot 10^{-5}— —2 \cdot 10^{-3}$ | 0,05 | 0,01—0,03 | 2 и 3 | |

*Продолжение табл. 1*

| Наименование | Тип | Номинальное значение (диапазон), пФ | Нормальная частота (диапазон), Гц | Тангенс угла потерь | Предел допускаемой основной погрешности, % (класс точности) | Погрешность определения действительного значения, % | Разряд образцового средства | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Меры емкости | КМЕ-11 | $1 \cdot 10^{-3}$—1 | $1 \cdot 10^{3}$—$1 \cdot 10^{5}$ | $5 \cdot 10^{-5}$ | — | 0,02—0,6 | 2 и 3 | Серийный выпуск |
| | КМЕ-101 | 10 | $1 \cdot 10^{3}$—$1 \cdot 10^{5}$ | $5 \cdot 10^{-5}$ | — | 0,02—0,05 | 2 и 3 | |
| | Е1-3 | $1 \cdot 10^{2}$—$1 \cdot 10^{3}$ | $1 \cdot 10^{6}$ | — | 0,1 | — | 2 | |
| | Р533* | 50—$4 \cdot 10^{3}$ | 40—$1 \cdot 10^{4}$ | $1 \cdot 10^{-4}$ | 0,05 | — | 3 | |
| Магазин емкости | Р544 | $1 \cdot 10^{2}$—$1{,}111 \cdot 10^{6}$ | 40—$1 \cdot 10^{4}$ | — | 0,2 | — | 3 | В обращении |
| | Р583 | $1 \cdot 10^{4}$—$111{,}1 \cdot 10^{6}$ | 40—$2 \cdot 10^{4}$ | $1 \cdot 10^{-3}$—$1 \cdot 10^{-2}$ | 0,2 | — | 3 | |
| | Р5025 | $1 \cdot 10^{2}$—$1{,}11 \cdot 10^{8}$ | 40—$3 \cdot 10^{4}$ | $1 \cdot 10^{-3}$—$5 \cdot 10^{-3}$ | 0,1—0,5 | — | 3 | Серийный выпуск |
| | М1000 | $1 \cdot 10^{8}$—$1 \cdot 10^{9}$ | 50—$1 \cdot 10^{3}$ | $\leqslant 1 \cdot 10^{-2}$ | 0,2 | 0,05 | 2 и 3 | Малая серия |
| | М10000 | $1 \cdot 10^{9}$—$1 \cdot 10^{10}$ | 50 | $\leqslant 5 \cdot 10^{-2}$ | 0,5 | 0,1 | 3 | |
| Магазин емкости кодоуправляемый | Р5086 | 1—$1 \cdot 10^{10}$ | 40—$1 \cdot 10^{4}$ | $1 \cdot 10^{-4}$—1 | 0,1—1 | 0,05—0,2 | 3 | |

*Продолжение табл. 1*

| Наименование | Тип | Номинальное значение (диапазон), пФ | Нормальная частота (диапазон), Гц | Тангенс угла потерь | Предел допускаемой основной погрешности, % (класс точности) | Погрешность определения действительного значения, % | Разряд образцового средства | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Устройство | Р5096 | $1 \cdot 10^{-1}$—$8 \cdot 10^{7}$ | $1 \cdot 10^{9}$ | $5 \cdot 10^{-5}$—1 | 0,02—0,2 | 0,01—0,05 | 1, 2 и 3 | Малая серия |
| Конденсаторы переменной емкости | Р5092—Р5094 | 0—16, 0—160 и 0—510 | 40—$1 \cdot 10^{5}$ | $1 \cdot 10^{-4}$ | 0,2—0,5 | 0,1 | — | |
| Резисторы составных мер (с мерами Р597) | Р5064 | 1—$1 \cdot 10^{6}$ | 40—$1 \cdot 10^{5}$ | $1 \cdot 10^{-4}$—1 | 0,05 $\mathrm{tg}\delta$ + (0,5—3)$\cdot 10^{-4}$ при $f = 1 \cdot 10^{3}$ Гц, 0,1 $\mathrm{tg}\delta$ + (0,7—4)$\cdot 10^{-4}$ при других частотах | 0,007 $\mathrm{tg}\delta$ + + (0,5—1)$\cdot 10^{-4}$ при $f = 1 \cdot 10^{3}$ Гц, 0,01 $\mathrm{tg}\delta$ + + $1 \cdot 10^{-4}$ при других частотах | 2 | Серийный выпуск |
| Вариометр потерь | ВТУП-1А, ВТУП-2А | $1 \cdot 10^{2}$ и $1 \cdot 10^{3}$ | $1 \cdot 10^{3}$, $1 \cdot 10^{4}$ и $1 \cdot 10^{5}$ | $5 \cdot 10^{-5}$—$1 \cdot 10^{-1}$ (плавно) | 0,005 $\mathrm{tg}\delta$ + + $1 \cdot 10^{-4}$ при при $f = 1 \cdot 10^{3}$ Гц, 0,01 $\mathrm{tg}\delta$ + + $2 \cdot 10^{-4}$ при других частотах | (0,0015—0,005) $\times \mathrm{tg}\delta$ + + $5 \cdot 10^{-5}$ при $f = 1 \cdot 10^{3}$ Гц, 0,01 $\mathrm{tg}\delta$ + + $1 \cdot 10^{-4}$ при других частотах | 1, 2 | Малая серия |

* После метрологической аттестации указанный тип применяют в качестве образцовых мер 1, 2 и 3-го разрядов на частоте 1 МГц.

Таблица 2

**Меры индуктивности и добротности**

| Наименование | Тип | Номинальное значение (диапазон), Гн | Нормальная частота (диапазон), Гц | Добротность | Предел допускаемой основной погрешности, % (класс точности) | Погрешность определения действительного значения, % | Разряд образцового средства | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Рабочий эталон | — | $1 \cdot 10^{-6}$—1 | $1 \cdot 10^{3}$ | 0,1—100 | — | $S_{\Sigma_0} = 1 \cdot 10^{-3}$— $-3 \cdot 10^{-2}$ $\nu = 3 \cdot 10^{-3}$— $-9 \cdot 10^{-2}$ | Рабочий эталон | — |
| Меры индуктивности | Р596 | $1 \cdot 10^{-6}$—1 | 80—$1 \cdot 10^{5}$ | 0,1—80 | 0,05—2 | $(0{,}02 + \frac{1}{L})$ при $f$=1—10 кГц, $(0{,}05 + \frac{1}{L})$ при $f$=50 кГц, $(0{,}1 + \frac{1}{L})$ при $f$=100 кГц | 2, 3 | Серийный выпуск |
| | Р593 | $1 \cdot 10^{-6}$— $-1 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{3}$— $-1 \cdot 10^{7}$ | 0,1—250 | 0,2 | 0,2 при $f$=1— —10 кГц, 0,3 при $f$=30 кГц —1 МГц, 1 при $f$=3— —10 МГц | 3 | |
| | Р547 | $1 \cdot 10^{-4}$—1 | 50—$2 \cdot 10^{4}$ | 0,1—150 | 0,1 | 0,1—0,02 | 2, 3 | В обращении |
| | КИ-5 | $1 \cdot 10^{-4}$—1 | 50—$2 \cdot 10^{4}$ | 0,1—150 | 0,1 | 0,1—0,01 | 1, 2 и 3 | |

*Продолжение табл. 2*

| Наименование | Тип | Номинальное значение (диапазон), Гн | Нормальная частота (диапазон), Гц | Добротность | Предел допускаемой основной погрешности, %, (класс точности) | Погрешность определения действительного значения, % | Разряд образцового средства | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Меры индуктивности | Е1-10 | $1 \cdot 10^{-7}$—$1 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{6}$—$1 \cdot 10^{8}$ | — | — | 0,3—2 | 2 и 3 | В обращении |
| | L-0672 | $1 \cdot 10^{-7}$—$1 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{6}$—$1 \cdot 10^{8}$ | — | — | 0,1—0,7 | 1 и 2 | |
| | L-1279 | $1 \cdot 10^{-7}$—$2 \cdot 10^{-1}$ | $1 \cdot 10^{4}$—$3 \cdot 10^{7}$ | — | — | 0,08—0,5 | 1 и 2 | |
| Магазин индуктивности кодоуправляемый | Р5085 | $2 \cdot 10^{-6}$—$2 \cdot 10^{3}$ | 50, $1 \cdot 10^{3}$, $1 \cdot 10^{4}$ | $\mathrm{tg}\delta = 1 \cdot 10^{-3}$—1 | 0,1—1 | 0,05—0,2 | 2 и 3 | Серийный выпуск |
| Меры индуктивности | Р5101—5115 | $1 \cdot 10^{-6}$—1 | 80—$1 \cdot 10^{5}$ | $\geqslant 2$ при $f \geqslant 1 \cdot 10^{3}$ Гц | 0,02—2 | 0,01—0,4 | 1, 2 и 3 | Малая серия |
| Меры добротности | Q272-2 | — | $5 \cdot 10^{4}$—$3 \cdot 10^{7}$ | 15—600 | — | 1—3 | 2 | Серийный выпуск |
| | Е1-7 и Е1-13 | $1 \cdot 10^{-6}$—$5 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{3}$—$1 \cdot 10^{5}$ | 5, 40, 150 | 3 | $0{,}005\,Q+(0{,}4—1)$ | 1 и 2 | Малая серия |

Таблица 3

**Меры активного сопротивления**

| Наименование | Тип | Номинальное значение (диапазон), Ом | Нормальная частота (диапазон), Гц | Постоянная времени, с | Предел допускаемой основной погрешности, % (класс точности) | Погрешность определения действительного значения, % | Разряд образцового средства | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Рабочий эталон | — | $1 \cdot 10^{-1}$—$1 \cdot 10^{7}$ | $1 \cdot 10^{3}$ | $5 \cdot 10^{-9}$—$3 \cdot 10^{-7}$ | — | $S_{\Sigma_0} = 3 \cdot 10^{-5}$—$1{,}5 \cdot 10^{-4}$ $\nu = 3 \cdot 10^{-4}$—$1 \cdot 10^{-3}$ | Рабочий эталон | — |
| Меры сопротивления | Р3030 | 1—$1 \cdot 10^{4}$ | 0—$1 \cdot 10^{5}$ (в зависимости от номинала) | $5 \cdot 10^{-9}$—$5 \cdot 10^{-8}$ | 0,002; 0,005; 0,01 | 0,005—0,02 | 1, 2 и 3 | Серийный выпуск |
| | Р4015—Р4018 | 1—$1 \cdot 10^{5}$ 1—$1 \cdot 10^{6}$ | 0—$1 \cdot 10^{5}$ (в зависимости от номинала) | $2 \cdot 10^{-8}$—$2 \cdot 10^{-5}$ | 0,005 | 0,005—0,2 | 1, 2 и 3 | |
| | Р361 | 1—$1 \cdot 10^{5}$ | 0—$2 \cdot 10^{4}$ | $2 \cdot 10^{-8}$—$5 \cdot 10^{-7}$ | 0,02 | 0,005—0,05 | 2 и 3 | В обращении |
| | Р4012, Р4022 | $1 \cdot 10^{6}$; $1 \cdot 10^{7}$ | 0—$2 \cdot 10^{4}$ | $1 \cdot 10^{-8}$—$1 \cdot 10^{-6}$ | 0,02 | 0,01—0,1 | 1, 2 и 3 | |
| | Е1-5 | 1—$1 \cdot 10^{4}$ | 0—$1 \cdot 10^{6}$ | $1 \cdot 10^{-9}$—$1 \cdot 10^{-8}$ | — | 0,1 | 2 и 3 | Серийный выпуск |
| Магазин сопротивления | Р4830/1 Р4830/2 Р4830/3 | $1 \cdot 10^{-2}$—$1 \cdot 10^{6}$ | 0—$2 \cdot 10^{4}$ | $3 \cdot 10^{-7}$—$3 \cdot 10^{-5}$ | 0,05 | 0,02 | 3 | |

*Продолжение табл. 3*

| Наименование | Тип | Номинальное значение (диапазон), Ом | Нормальная частота (диапазон), Гц | Постоянная времени, с | Предел допускаемой основной погрешности, % (класс точности) | Погрешность определения действительного значения, % | Разряд образцового средства | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Магазин сопротивления | Р4001 | $1 \cdot 10^4$ — $1{,}11 \cdot 10^7$ | 0 — $7 \cdot 10^4$ | $3 \cdot 10^{-7}$ — $3 \cdot 10^{-5}$ | 0,1 | 0,05 | 3 | Серийный выпуск |
| | Р517М | $2 \cdot 10^{-2}$ — $1{,}222 \cdot 10^4$ | 0 — $5 \cdot 10^3$ | $1{,}5 \cdot 10^{-7}$ — $1{,}5 \cdot 10^{-6}$ | 0,05 | — | 3 | В обращении |
| | Р58 | $2 \cdot 10^{-2}$ — $1{,}111 \cdot 10^5$ | 0 — $5 \cdot 10^3$ | $2 \cdot 10^{-7}$ — $4 \cdot 10^{-6}$ | 0,1 | 0,05 | 3 | |

Примечание к табл. 1—3. Условные обозначения:

$S_{\Sigma_0}$ — среднее квадратическое отклонение результата измерений;

$\nu$ — относительная нестабильность рабочего эталона за год.

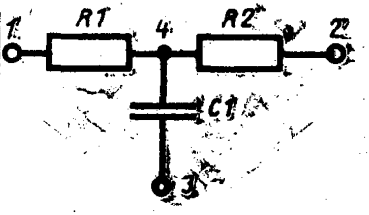
*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*
*Справочное*

## СОСТАВНЫЕ МЕРЫ $L$, $Q$, $\mathrm{tg}\delta$, $R$, $G$, $\tau$, $\mathrm{tg}\varphi$

1.1. В качестве составных мер индуктивности, добротности, тангенса угла потерь, активного сопротивления (проводимости) и постоянной времени могут быть использованы электрические цепи, составленные из мер емкости, индуктивности, активного сопротивления (см. справочное приложение 1) или прецизионных резисторов и конденсаторов.

Составные меры должны быть поверены комплектно или поэлементно в органах государственной или ведомственных метрологических служб. При комплектной поверке погрешности поверки составных мер индуктивности, активного сопротивления (проводимости) и тангенса угла потерь должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8.371—80, ГОСТ 8.028—75 и ГОСТ 8.019—75 соответственно, а погрешности поверки составных мер добротности и постоянной времени — требованиям п. 1.4 настоящего стандарта. При поэлементной поверке относительные погрешности поверки элементов составных мер ($C$, $L$, $R$, прецизионных резисторов и конденсаторов) в отдельности не должны превышать 0,2 предела основной погрешности относительной погрешности поверяемого моста.

1.2. В качестве составной меры индуктивности при поверке мостов, предназначенных для измерения объектов по трех- или пятизажимной схеме включения, может быть использована Т-образная цепь, составленная из мер активного сопротивления и меры емкости (черт. 1).




Черт. 1

Эквивалентную индуктивность составной меры в генри вычисляют по формулам:

при последовательной схеме замещения

$$L_{\text{экв}}=R_1R_2C_1, \qquad (1)$$

при параллельной схеме замещения

$$L_{\text{экв}}=R_1R_2C_1\left[1+\left(\frac{R_1+R_2}{2\pi fR_1R_2C_1}\right)^2\right], \qquad (2)$$

где $R_1$ и $R_2$ — сопротивления мер активного сопротивления *R1* и *R2*, Ом;

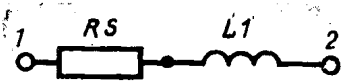
$C_1$ — емкость меры емкости *C1*, Ф;

$f$ — частота, Гц.

Составные меры индуктивности применяют в диапазоне значений 1—$2\cdot10^3$ Гн и частот до 1 кГц.

Погрешность меры индуктивности, значение которой определяют по формулам (1) и (2) в указанных диапазонах не превышает 0,1 %.

1.3. В качестве составной меры добротности может быть использована цепь из последовательно соединенных меры индуктивности, аттестованной по индуктивности и добротности, и добавочного резистора (черт. 2)




Черт. 2

Добротность составной меры вычисляют по формуле

$$Q_{\Sigma} = \frac{Q_L}{1 + R_S \frac{Q_L}{2\pi f L_1}}, \qquad (3)$$

где $Q_L$ — добротность меры индуктивности $L1$;

$L_1$ — индуктивность меры индуктивности, $L1$, Гн;

$R_S$ — сопротивление добавочного резистора $RS$, Ом.

В качестве добавочного резистора могут быть использованы прецизионные резисторы (металлодиэлектрические, фольговые, микропроволочные) типов ОМЛТ, С2-29, С5-5, МВСГ, МРХ, С5-17, С5-60, С5-61 номинальными значениями от 1 до $1 \cdot 10^6$ Ом и мощностью рассеяния не менее 0,125 Вт.

Добавочные резисторы должны быть снабжены упругими контактами или зажимами (в зависимости от типа меры индуктивности) и используются без экранов.

Составные меры добротности применяют в диапазоне значений 2—200 при частотах до 1 МГц.

Погрешность меры добротности $\Delta Q$, значение которой определяют по формуле (3), в указанных диапазонах не превышает

$$\Delta Q < \left( 0{,}005Q + \frac{0{,}1Q}{2\pi f L} + 2 \right). \qquad (4)$$

1.4. В качестве составных мер тангенса угла потерь могут быть использованы цепи из последовательно соединенных мер емкости, аттестованных по емкости и тангенсу угла потерь, и добавочного резистора (черт. 3 *а, б*) или из параллельно соединенных вышеуказанных элементов (черт. 3 в).

Тангенс угла потерь составной меры при последовательном включении элементов и двухзажимной (черт. 3 а) или трехзажимной (черт. 3 б) схеме включения вычисляют по формуле

$$\operatorname{tg}\delta_{\Sigma} = \operatorname{tg}\delta_{C_1} + 2\pi f C_1 R_1 \left( 1 + \frac{C_2}{C_1} \right), \qquad (5)$$

при параллельном включении элементов и двух- или трехзажимной схеме включения (черт. 3 в) применяют формулу

$$\operatorname{tg}\delta_{\Sigma} = \operatorname{tg}\delta_{C_1} + \frac{1}{2\pi f (C_1 + C_2) R_1}, \qquad (6)$$

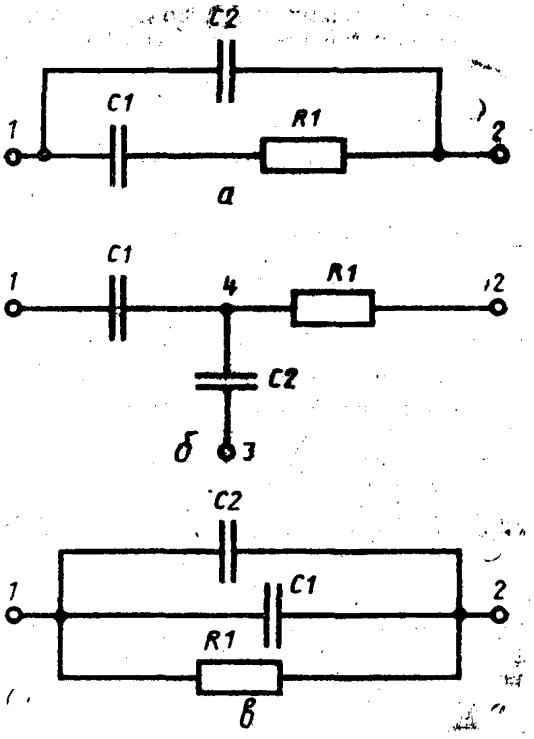
где $\operatorname{tg}\delta_{C_1}$ — тангенс угла потерь меры емкости $C1$;

$C_1$ — емкость меры емкости $C1$, Ф;

$C_2$ — дополнительная емкость (монтажа $C2$ в схемах черт. 3 а, в или емкость между точкой *4* и экраном $C2$, черт. 3 б), Ф;

$R_1$ — сопротивление добавочного резистора $R1$, Ом.

Типы добавочных резисторов, применяемых в составных мерах тангенса угла потерь, те же, что и по п. 1.3 настоящего приложения.




Черт. 3

Резисторы, предназначенные для параллельного присоединения к образцовым мерам емкости типа Р597, должны быть снабжены двумя упругими контактами на расстоянии (26±0,2) мм друг от друга. Резисторы, предназначенные для последовательного соединения с мерой емкости, должны иметь один упругий контакт и один зажим.

При измерениях на частотах свыше 10 кГц резисторы должны быть помещены в электростатический экран диаметром 30—40 мм и длиной 50—70 мм.

Составную меру присоединяют к мосту через конденсаторную подставку Р597/20 с помощью возможно более коротких медных неизолированных проводников. В составной мере, выполненной по параллельной схеме, резистор вставляют обеими своими контактами в дополнительные гнезда подставки или непосредственно в верхние гнезда образцовой емкости.

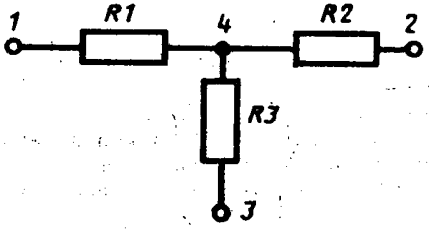
В составной мере, выполненной по последовательной схеме, упругий контакт резистора вставляют в одно из основных гнезд подставки, а зажим присоединяют к поверяемому мосту.

Для составной меры, выполненной по параллельной схеме, сопротивления 1 МОм и выше могут быть получены путем использования резистивной Т-образной цепи (см. п. 1.5 настоящего приложения).

Составные меры тангенса угла потерь применяют в диапазоне значений $1 \cdot 10^{-4}$—2 при частотах до 1 МГц.

Погрешность мер тангенса угла потерь, значения которых определяют из формул (5) и (6), в указанных диапазонах не превышает $(0{,}01\ \mathrm{tg}\delta_C + 1 \cdot 10^{-4})$.

1.5. В качестве составной меры активного сопротивления (проводимости) может быть использована Т-образная цепь (черт. 4), составленная из мер активного сопротивления или прецизионных резисторов.




Черт. 4

Эквивалентное сопротивление (проводимость) составной меры в омах (сименсах) при последовательной схеме замещения вычисляют по формуле

$$R_{\text{экв}} = \frac{1}{G_{\text{экв}}} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3}, \qquad (7)$$

где $R_1$, $R_2$ и $R_3$ — активное сопротивление мер (прецизионных резисторов) *R1*, *R2* и *R3* соответственно, Ом.

Номинальные значения сопротивлений элементов Т-образной цепи, как правило, не превышают значений $R_1 \approx R_2 \leqslant 10^5$ Ом, $R_3 \leqslant 10^3$ Ом.

Типы прецизионных резисторов те же, что в п. 1.3 настоящего приложения.

При использовании в качестве элементов составной меры мер активного сопротивления последние соединяют друг с другом и присоединяют к мосту (зажимы *1*, *2* и *3* черт. 4) при помощи возможно более коротких экранированных проводников. При использовании прецизионных резисторов последние помещают в электростатический экран, корпус которого соединен с корпусом проверяемого моста. Расстояние от резисторов до экрана должно составлять 40—50 мм. Для поэлементной поверки элементов Т-образной цепи точка соединения резисторов *4* (черт. 4) может быть выведена в виде отдельного зажима.

Составную меру применяют в диапазоне значений сопротивления (проводимости) $10^5$—$10^8$ Ом ($10^{-5}$—$10^{-8}$ Ом) и частот до 1 МГц.

При частотах до 100 кГц составная мера может поверяться комплектно или поэлементно. При поэлементной поверке погрешность меры активного сопротивления (проводимости), значение которой определяют из выражения (7), не превышает 0,5 %.

При частотах свыше 100 кГц составная мера должна поверяться комплектно.

1.6. В качестве составной меры постоянной времени (при $\tau < 0$) может быть использована цепь (черт. 5) из параллельно соединенных мер активного сопротивления (прецизионного резистора) и емкости (конденсатора).

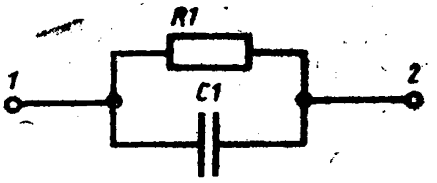
Эквивалентную постоянную времени составной меры в секундах вычисляют по формуле

$$\tau = R_1 C_1 + \tau, \qquad (8)$$

где $R_1$ — сопротивление меры активного сопротивления (резистора) *R1*, Ом;

$C_1$ — емкость меры емкости (конденсатора) *C1*, Ф;

$\tau$ — постоянная времени меры активного сопротивления (резистора), с.




Черт. 5

В качестве составной меры постоянной времени (при $\tau>0$) может быть использована Т-образная цепь (черт. 1) из мер активного сопротивления (прецизионных резисторов) и емкости (конденсатора).

Эквивалентную постоянную времени составной меры в секундах вычисляют по формуле

$$\tau=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\,C_1, \qquad (9)$$

где $R_1$ и $R_2$ — сопротивление мер активного сопротивления (прецизионных резисторов) *R1* и *R2* соответственно, Ом;

$C_1$ — емкость меры емкости (конденсатора) *C1*, Ф.

Типы прецизионных резисторов, используемых в составных мерах постоянной времени, те же, что по п. 1.3 настоящего приложения. В качестве емкостного элемента составных мер постоянной времени могут быть использованы прецизионные конденсаторы постоянной и переменной емкости (керамические, слюдяные, пленочные типов КГ, КСГ, СГМ, СГМЗ, К50 и др.).

При использовании в качестве элементов составных мер прецизионных резисторов и конденсаторов последние помещают в электростатический экран, корпус которого соединен с корпусом поверяемого моста. Составные меры постоянной времени применяют при поверке мостов, предназначенных для измерения объектов по трех- или пятизажимной схеме включения в диапазоне значений $1\cdot10^{-8}$—$1\cdot10^{-4}$ с и частот до 1 МГц. Погрешность мер постоянной времени, значения которых определяют по формулам (8) и (9), в указанных диапазонах не превышает $\Delta\tau\leqslant(0{,}01\tau+1\cdot10^{-8})$ с.

1.7. В качестве составных мер тангенса фазового угла могут быть использованы цепи по черт. 1 и 5. Тангенс фазового угла определяют по формуле

$$\operatorname{tg}\varphi=2\pi f\tau, \qquad (10)$$

где $\tau$ — постоянная времени составных мер по черт. 1 и 5, определенная из формул (8) и (9).

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*
*Справочное*

**Типы и технические характеристики вспомогательных средств поверки**

| *Наименование* | *Обозначение типов* | Диапазон измерений | Предел допускаемой основной погрешности, цена деления |
|---|---|---|---|
| Термометр | ТЛ-4,<br>ТЛ-18, ТЛ-19 | 0—50 °С<br>8—38 °С | 0,1 °С<br>0,5 °С |
| Психрометр | МВ-4М | 10—100 % | |
| Барометр | БАММ-1 | 80—107 кПа (600—800 мм рт. ст.) | 2 % |
| Вольтметр | Д566; Д567; Д574; С53 | 200—300 В | 0,5 % |
| Пробойная универсальная установка | УПУ-1М | 0—10 кВ; 50 Гц; 0,25 кВ·А | |
| Мегаомметр | Е6-13; Е6-14; ЕК6-7; ЕК6-11 | $1 \cdot 10^9$—$1 \cdot 10^{17}$ Ом;<br>1—$1 \cdot 10^3$ В | 2,5—10 % |
| Электронно-счетный частотомер | Ч3-33; Ч3-36; Ч3-38 | 10—$5 \cdot 10^7$ Гц | $5 \cdot 10^{-3}$ % |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*
*Обязательное*

## ПРОТОКОЛ № _____

поверки моста переменного тока типа _____ № _____,

изготовленного _____,

принадлежащего _____,

поверенного по образцовым средствам измерений _____

_____

_____

_____

_____

при температуре окружающего воздуха _____ °С и относительной влажности _____ %.

### Результаты наблюдений

| Частота, Гц | Измеряемая величина | Показания моста | | $A_g$ | $\Delta$ | $\Delta_0$, % | Предел допускаемой основной погрешности | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | множитель диапазона | отсчет $A_м$ | | | | | |

Для мостов переменного тока по ГОСТ 9486—79 и ГОСТ 25242—82 наибольшая (без учета знака) основная погрешность моста при проверке каждой декады в отдельности _____ при значении измеряемой величины

Заключение по результатам поверки _____

_____

Проверку проводил _____ (ф. и. о.)

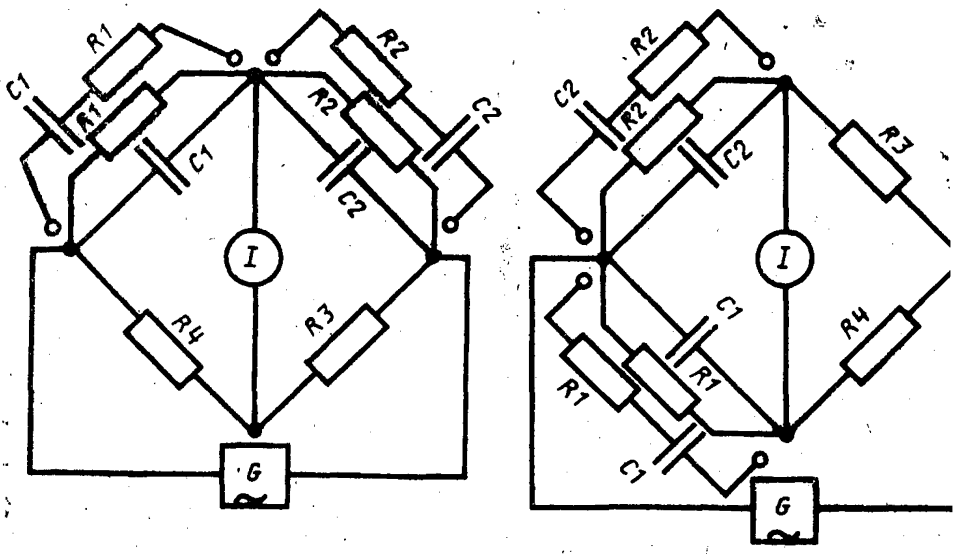
«_____» _____ 198 ___ г.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 5*
*Справочное*

## ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ПОЭЛЕМЕНТНОЙ ПОВЕРКЕ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ЧЕТЫРЕХ- И ШЕСТИПЛЕЧИХ МОСТОВ

Формулы основных погрешностей мостов при поэлементной поверке определяют путем дифференцирования уравнения измерения по измеряемой величине.

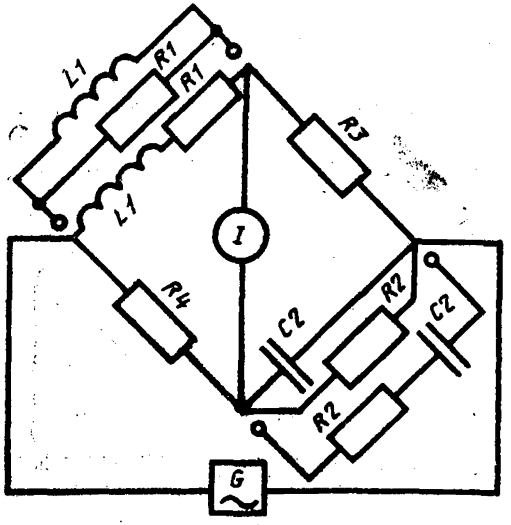
1. Одинарные мосты «отношения» (черт. 1)




**Черт. 1**

$$\Delta_0 C_1 = \Delta_0 C_2 + \Delta_0 R_3 - \Delta_0 R_4 .$$

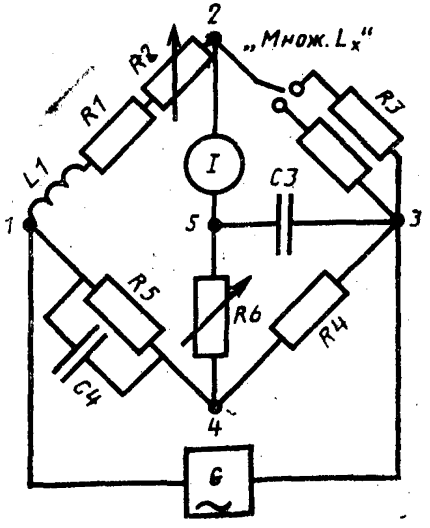
2. Одинарный мост «произведения» (черт. 2)




Черт. 2

$$\Delta_0 L_1 = \Delta_0 C_2 + \Delta_0 R_3 + \Delta_0 R_4 .$$

3. Шестиплечий мост «произведения» (черт. 3)




Черт. 3

$$\Delta_0 L_1 = \Delta_0 R_3 + \Delta_0 C_{3x} - b_1 \Delta_0 C_{30} - b_2 \Delta_0 R_4 + b_3 \Delta_0 R_5 + b_4 \Delta_0 R_6 + b_5 \Delta_0 l_0 ,$$

$$\Delta_0 R_1 = b_6 \Delta_0 R_{30} - b_7 \Delta_0 R_{2x} .$$

При этом на чертежах:

$C1$, $L1$ и $R1$ — измеряемые емкость в фарадах, индуктивность в генри и сопротивление в омах соответственно;

$C2$ и $R2$ — емкость в фарадах и сопротивление в омах встроенной образцовой меры;

$R3$, $R4$, $R5$, $R6$, $C3$ и $C4$ — сопротивление в омах и емкость в фарадах уравновешивающих элементов моста (мер и магазинов сопротивления и емкости соответственно);

в формулах:

$\Delta_0 C_1$, $\Delta_0 L_1$, $\Delta_0 R_1$ — относительные погрешности моста при измерениях емкости $C1$, индуктивности $L1$, активного сопротивления $R1$;

$\Delta_0 C_2$ — относительная погрешность встроенной в мост меры емкости $C2$;

$\Delta_0 R_3$, $\Delta_0 R_4$, $\Delta_0 R_5$ и $\Delta_0 R_6$ — относительные погрешности уравновешивающих элементов моста (мер и магазинов сопротивления);

$\Delta_0 C_{3x}$ — относительная погрешность встроенной меры емкости $C3$ при равновесии моста с включенной индуктивностью $L1$ (рабочее уравновешивание);

$\Delta_0 C_{30}$ — относительная погрешность встроенной в мост меры емкости $C3$ при равновесии моста с включенной индуктивностью $l$ (начальное уравновешивание);

$\Delta_0 R_{2x}$ и $\Delta_0 R_{20}$ — относительные погрешности встроенной в мост меры сопротивления $R2$ при равновесии моста с включенной индуктивностью $L1$ и $l$ соответственно;

$$b_1=\frac{C_{30}}{C_{3x}}\ ; \qquad b_2=1-\frac{(R_5+R_6)R_4}{(R_5+R_6)R_4+R_5R_6}\ ;$$

$$b_3=\frac{(R_4+R_6)R_5}{(R_4+R_6)R_5+R_4R_6}\ ; \qquad b_4=\frac{(R_5+R_6)R_6}{(R_5+R_6)R_6+R_4R_5}\ ;$$

$$b_5=\frac{l}{L_1}\ ; \qquad b_6=\frac{R_{20}}{R_{20}-R_{2x}}\ ; \qquad b_7=\frac{R_{2x}}{R_{20}-R_{2x}}\ .$$

*ПРИЛОЖЕНИЕ 6*
*Справочное*

## ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОСТОВ ПРИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ ИХ В КАЧЕСТВЕ ОБРАЗЦОВЫХ

Мост, предназначенный для применения в качестве образцового, должен быть подвергнут метрологической аттестации (далее — аттестации) по ГОСТ 8.382—80.

До проведения метрологической аттестации метрологические характеристики мостов определяют дважды в объеме поверки по настоящему стандарту с интервалом в год. На метрологическую аттестацию мост представляют со свидетельством о результатах предыдущей поверки и неповрежденным клеймом поверяющей организации.

По результатам измерений определяют нестабильность показаний моста за год. В случае, если нестабильность не превышает значений по п. 4.7.3 настоящего стандарта, мосту присваивают соответствующий разряд.

Образцовым мостам, предназначенным для измерения двух или более величин, допускается присваивать два или более разрядов в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Многодиапазонным мостам при измерении одной величины допускается присваивать для разных диапазонов разные разряды (не более двух).

---

*ПРИЛОЖЕНИЕ 7*
*Справочное*

## ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТАНДАРТЕ

Составная мера — мера, составленная из двух или более образцовых мер сопротивления, емкости, индуктивности или прецизионных элементов электрических цепей (*резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности*).

Основной диапазон — диапазон измерения, имеющий наименьшую нормированную погрешность. Если наименьшая погрешность нормирована для нескольких диапазонов измерения, за основной диапазон принимают любой из них.

---

*ПРИЛОЖЕНИЕ 8*
*Обязательное*

**Форма записи результатов поверки образцовых мостов на оборотной стороне свидетельства**

| Диапазон измерения | Значения измеряемой величины | Абсолютная поправка к показанию | Нестабильность показаний $\nu$ ($\nu_0$, %) | Разряд моста |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

Измерения проводились при частоте* _____ Гц,

температуре окружающего воздуха _____ °С,

относительной влажности _____ %,

2- (3-, 4-, 5-)** — зажимном включении мер.

Поверку проводил _____ _____
подпись ф.и.о.

«_____»_____ 19 _____ г.

---

* При поверке моста на нескольких частотах вводится отдельная графа «Частота, Гц», а слова «частоте, Гц» исключаются.

** Необходимо указать вариант включения.

Редактор *М. В. Глушкова*
Технический редактор *В. Н. Малькова*
Корректор *А. В. Прокофьева*

Сдано в наб. 10.07.85 Подп. к печ. 18.10.85 2,5 усл. п. л. 2,75 усл. кр.-отт. 2,56 уч.-изд. л. Тираж 20000 Цена 15 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская. 256, Зак. 2059

**Цена 15 коп.**

## ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

| Величина | Единица: Наименование | Обозначение: международное | Обозначение: русское |
|---|---|---|---|
| Длина | метр | m | м |
| Масса | килограмм | kg | кг |
| Время | секунда | s | с |
| Сила электрического тока | ампер | A | А |
| Термодинамическая температура | кельвин | K | К |
| Количество вещества | моль | mol | моль |
| Сила света | кандела | cd | кд |

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Плоский угол | радиан | rad | рад |
| Телесный угол | стерадиан | sr | ср |

## ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

| Величина | Единица: Наименование | Обозначение: международное | Обозначение: русское | Выражение через основные и дополнительные единицы СИ |
|---|---|---|---|---|
| Частота | герц | Hz | Гц | $с^{-1}$ |
| Сила | ньютон | N | Н | $м \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Давление | паскаль | Pa | Па | $м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Энергия | джоуль | J | Дж | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Мощность | ватт | W | Вт | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$ |
| Количество электричества | кулон | C | Кл | $с \cdot А$ |
| Электрическое напряжение | вольт | V | В | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$ |
| Электрическая емкость | фарад | F | Ф | $м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$ |
| Электрическое сопротивление | ом | Ω | Ом | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$ |
| Электрическая проводимость | сименс | S | См | $м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$ |
| Поток магнитной индукции | вебер | Wb | Вб | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$ |
| Магнитная индукция | тесла | T | Тл | $кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$ |
| Индуктивность | генри | H | Гн | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$ |
| Световой поток | люмен | lm | лм | $кд \cdot ср$ |
| Освещенность | люкс | lx | лк | $м^{-2} \cdot кд \cdot ср$ |
| Активность радионуклида | беккерель | Bq | Бк | $с^{-1}$ |
| Поглощенная доза ионизирующего излучения | грэй | Gy | Гр | $м^2 \cdot с^{-2}$ |
| ...я доза излучения | зиверт | Sv | Зв | $м^2 \cdot с^{-2}$ |

gost.e-ecolog.ru