

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

# МОСТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

## ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

## ГОСТ 9486—79

Издание официальное

БЗ 10—93

ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.317.733.025 : 006.354 Группа П36

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

# МОСТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

## Общие технические условия

Alternating current bridges
General specifications

ГОСТ
9486—79*

Взамен
ГОСТ 9486—69

ОКП 42 2522

Дата введения 01.01.80

Постановлением Госстандарта № 2354 от 29.12.91 снято ограничение срока действия

Настоящий стандарт распространяется на измерительные уравновешенные мосты переменного тока (далее — мосты) для измерения емкости $C$ от $10^{-10}$ до $10^{4}$ мкФ, индуктивности $L$ от $10^{-9}$ до $10^{4}$ Гн, тангенса угла потерь $\operatorname{tg}\delta$ от $10^{-5}$ до 10, добротности $Q$ от 0,5 до 1000, активного сопротивления $R_f$ от $10^{-2}$ до $10^{7}$ Ом и активной проводимости $G_f$ от 1 до $10^{-7}$ Ом в диапазоне частот 10—$10^{5}$ Гц

Стандарт не распространяется на автоматические и полуавтоматические мосты, а также на мосты для специальных измерений (электрохимических, магнитных, кабельных, измерений неэлектрических величин, мосты с током подмагничивания, с напряжением поляризации, встроенные и др.).

Установленные настоящим стандартом показатели технического уровня предусмотрены для высшей и первой категорий качества.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Мосты должны изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

★
○

* *Переиздание (май 1994 г) с Изменениями № 1, 2, утвержденными в ноябре 1984 г, марте 1987 г (ИУС 2—85, 6—87)*

© Издательство стандартов, 1979
© Издательство стандартов, 1994

Мосты, предназначенные для нужд Министерства обороны СССР, должны изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта в части метрологических характеристик и методов их контроля, а в части остальных требований — по соответствующим государственным стандартам.

1.2. Мосты должны изготовляться следующих типов:

МЕ — для измерения емкости;

МИ — для измерения индуктивности;

МИЕ — для измерения емкости и индуктивности;

МЕП — для измерения емкости и тангенса угла потерь (активного сопротивления, активной проводимости);

МИП — для измерения индуктивности и добротности (активного сопротивления, активной проводимости);

МИЕП — для измерения емкости, индуктивности, тангенса угла потерь, добротности (активного сопротивления, активной проводимости).

1.3. Мосты должны изготовляться следующих классов точности: 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 4; 5.

1.4. Для мостов устанавливают нормальные и рабочие условия применения, предельные условия транспортирования и хранения.

1.4.1. Нормальные значения (области значений) влияющих величин, характеризующих климатические воздействия и электропитание мостов, должны соответствовать следующим:

температура окружающего воздуха, °С:

20±1 — для мостов классов точности 0,01; 0,02; 0,05;

20±2 » » » » 0,1; 0,2; 0,5;

20±5 » » » » 1; 2; 4; 5;

относительная влажность воздуха 30—80%;

атмосферное давление 84—106 кПа (630—795 мм рт. ст.);

напряжение питающей сети 220±4,4 В для сети частотой 50 Гц;

предельные отклонения частоты 50 Гц и содержание гармоник — по ГОСТ 13109—87.

При питании мостов от встроенных источников постоянного тока напряжение и максимальный потребляемый электрический ток должны быть указаны в технических условиях на мосты конкретного типа.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

1.4.2. Значение климатических влияющих величин для рабочих условий применения и предельных условий транспортирования должны соответствовать требованиям:

ГОСТ 22261—82, группы 1—5 — для мостов классов точности 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 4; 5;

указанным в табл. 1 — для мостов класса точности 0,01.

1.5. Значение механических влияющих величин для рабочих условий применения и предельных условий транспортирования — по ГОСТ 22261—82, группы 1—5.

1.6. Требования к электропитанию мостов—по ГОСТ 22261—82.

Таблица 1

| Условия | Температура окружающего воздуха, °С | | Относительная влажность воздуха, % | | Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) |
|---|---|---|---|---|---|
| | нижнее значение | верхнее значение | среднемесячное значение | верхнее значение | |
| Рабочие условия применения | 17 | 23 | 65 при температуре 20°С | 80 при температуре 20°С | 84—106,7 (630—800) |
| Предельные условия транспортирования | —20 | 40 | — | 95 при температуре 25°С | — |

1.7. В мостах с тремя и более диапазонами измерения может быть два — четыре класса точности на крайних диапазонах измерения, при этом за класс точности моста принимают класс наиболее точного диапазона, предел допускаемой погрешности $\delta_1$ которого выражается формулой

$$\delta_1 = \pm c, \qquad (1)$$

где $c$ — класс точности моста.

1.8. Мосты на каждом диапазоне измерения должны иметь нормальную частоту (область частот), а также могут иметь рабочую область частот или фиксированные рабочие частоты для каждой измеряемой величины. Значение частот (области частот) следует устанавливать в технических условиях на мосты конкретного типа.

1.9. Предел допускаемой основной погрешности мостов при измерении емкости и (или) индуктивности, выраженной в процентах от значения измеряемой величины, следует определять по формуле (1).

В мостах с тремя и более диапазонами измерения на крайних диапазонах измерения предел допускаемой основной погрешности $\delta_2$ допускается определять по формуле

$$\delta_2 = \pm\left(c + \frac{d}{x}\right), \qquad (2)$$

где $d$ — постоянное число, выбираемое из ряда: $1 \cdot 10^n$; $1{,}5 \cdot 10^n$; $2 \cdot 10^n$; $2{,}5 \cdot 10^n$; $4 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$; $6 \cdot 10^n$, где $n = 1$; 0; —1; —2; —3; —4;

$x$ — числовое значение измеряемой емкости в пикофарадах или индуктивности в микрогенри.

При этом отношение $d$ к $x$ не должно превышать 100 при значениях измеряемой емкости менее 1 пФ и индуктивности менее мкГн.

При величине измеряемого тангенса угла потерь более 0,05 или добротности менее 20 допускается в формулу основной погрешности вводить дополнительные значения, учитывающие влияние значения тангенса угла потерь или добротности, которые не должны превышать предела допускаемой основной погрешности, и устанавливать их в технических условиях на мосты конкретного типа.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

1.10. Предел допускаемой основной погрешности мостов при измерении тангенса угла потерь $\Delta_1$, выраженный в абсолютных значениях измеряемой величины, следует определять по формуле

$$\Delta_1 = \pm (c \cdot a + b \cdot \operatorname{tg} \delta), \qquad (3)$$

где $\operatorname{tg} \delta$ — значение измеряемого тангенса угла потерь;

$a$ и $b$ — постоянные числа, выбираемые по табл. 2.

Таблица 2

| Тип моста | $c$ | $a$ | $b$ | $m$ | $k$ |
|---|---|---|---|---|---|
| МЕП | 0,01 | $4 \cdot 10^{-3}$ | 0,002 | — | — |
| | 0,02 | $4 \cdot 10^{-3}$ | 0,005 | — | — |
| | 0,05 | $4 \cdot 10^{-3}$ | 0,010 | — | — |
| | 0,1; 0,2 | $2 \cdot 10^{-3}$ | 0,020 | — | — |
| | 0,5; 1; 2; 5 | $2 \cdot 10^{-3}$ | 0,050 | — | — |
| МИЕП | 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; | $8 \cdot 10^{-3}$ | 0,050 | 0,8 | 5 |
| | 0,5; 1, 2; 5 | $5 \cdot 10^{-3}$ | 0,100 | 0,5 | 10 |
| МИП | 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; | — | — | 0,8 | 2,5 |
| | 0,5; 1; 2; 5 | — | — | 0,5 | 5 |

1.11. Предел допускаемой основной погрешности мостов при измерении добротности $\delta_3$, выраженный в процентах от значения измеряемой величины, должен определяться по формуле

$$\delta_3 = \pm(c \cdot m \cdot Q + k), \quad (4)$$

где $Q$ — значение измеряемой добротности,

$m$ и $k$ — постоянные числа, выбираемые по табл. 2.

1.12. Предел допускаемой основной погрешности мостов при измерении активного сопротивления $\delta_4$ и активной проводимости $\delta_5$, выраженный в процентах от значения измеряемой величины, следует определять по формулам

$$\delta_4 = \pm\left(c + \frac{2}{R}\right); \quad (5)$$

$$\delta_5 = \pm(c + 20G), \quad (6)$$

где $R$ — числовое значение измеряемого активного сопротивления, Ом;

$G$ — числовое значение измеряемой активной проводимости, См.

Допускается в формулу основной погрешности вводить дополнительные значения, учитывающие влияние реактивной составляющей измеряемого комплексного сопротивления (проводимости), и устанавливать их в технических условиях на мосты конкретного типа.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

1.13. Предел допускаемой дополнительной погрешности мостов при измерении емкости и (или) индуктивности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах, установленных рабочими условиями применения, на каждые 10°С изменения температуры должен быть равен:

удвоенному пределу допускаемой основной погрешности — для мостов классов точности 0,01; 0,02;

пределу допускаемой основной погрешности — для мостов класса точности 0,05;

половине предела допускаемой основной погрешности — для мостов классов точности 0,1; 0,2; 0,5, 1; 2; 4; 5.

1 14. Предел допускаемой дополнительной погрешности мостов при измерении тангенса угла потерь, добротности, активного сопротивления и активной проводимости, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах, установленных рабочими условиями приме-

нения, следует устанавливать в технических условиях на мосты конкретного типа.

1.15. Предел допускаемой погрешности мостов при измерении емкости и (или) индуктивности в рабочей области частот должен быть равен удвоенному пределу допускаемой основной погрешности.

Предел допускаемой погрешности на фиксированных рабочих частотах измерения следует устанавливать в технических условиях на мосты конкретного типа.

1.16. Предел допускаемой дополнительной погрешности мостов, вызванной изменением напряжения питающей сети от нормального до любого в пределах, установленных рабочими условиями применения, должен быть равен половине предела допускаемой основной погрешности.

1.17. Предел допускаемой дополнительной погрешности мостов, вызванной влиянием внешнего однородного магнитного поля, синусоидально изменяющегося во времени, должен быть равен:

пределу допускаемой основной погрешности—для мостов классов точности 0,01; 0,02; 0,05;

половине предела допускаемой основной погрешности — для мостов классов точности 0,1; 0,2.

При этом индукция магнитного поля должна быть не более:

0,1 мТл при частоте 50±0,5 Гц — для мостов с фиксированной рабочей частотой от 0,2 до 20 кГц;

0,02 мТл—для мостов с фиксированной рабочей частотой менее 0,2 кГц, а также для мостов с плавно регулируемой частотой менее 1 кГц и избирательным указателем равновесия.

Индукцию магнитного поля при рабочей частоте от 1 до 20 кГц определяют из соотношения $\frac{0{,}02}{f}$ мТл, где $f$ — числовое значение частоты в килогерцах. Частота поля должна отличаться от рабочей не менее чем на 30%.

При частотах более 20 кГц предел допускаемой дополнительной погрешности и значение индукции магнитного поля следует устанавливать в технических условиях на мосты конкретного типа.

1.18. Чувствительность моста в комплекте с генератором и указателем равновесия должна быть такой, чтобы изменение показания моста от уравновешенного состояния на значение, равное половине 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.

1.19. Мосты должны обеспечивать в рабочих условиях применения требуемые характеристики по истечении времени установления рабочего режима или непосредственно после включения.

Время установления рабочего режима — по ГОСТ 22261—82.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

1.20. Требования к продолжительности непрерывной работы — по ГОСТ 22261—82.

1.21. Требования к электрической прочности изоляции — по ГОСТ 22261—82.

Точки приложения и значение напряжения должны быть указаны в технических условиях на мосты конкретного типа.

1.22. Сопротивление изоляции между корпусом и изолированными по постоянному току электрическими цепями моста должно быть не менее 100 МОм.

1.23. Требования к мостам в части климатических и механических воздействий — по ГОСТ 22261—82.

1.24. Требования к конструкции — по ГОСТ 22261—82.

1.25. Мосты относятся к восстанавливаемым изделиям группы II, вида 1 РД 50—650—87.

Наработка на отказ в рабочих условиях применения должна быть не менее 10000 ч.

Средний срок службы мостов должен быть не менее 10 лет.

Среднее время восстановления мостов должно быть не более 48 ч.

Установленная безотказная наработка мостов в рабочих условиях применения должна быть не менее 1000 ч.

Установленный срок службы мостов в рабочих условиях применения должен быть не менее 5 лет.

Установленный срок сохраняемости в условиях хранения на период до ввода мостов в эксплуатацию должен быть не менее 6 мес.

**(Измененная редакция, Изм. № 2).**

1.26. Требования безопасности — по ГОСТ 22261—82.

1.27. Комплектность мостов — по ГОСТ 22261—82.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

## 2. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

2.1. Правила приемки — по ГОСТ 22261—82.

2.2. Государственные испытания — по ГОСТ 8.001—80 и ГОСТ 8.383—80.

2.3. Порядок проведения испытаний приборов на надежность должен быть установлен в технических условиях на приборы конкретного типа.

План контроля показателей надежности должен соответствовать требованиям ГОСТ 27.410—87.

Число изделий, по которым подтверждают средний срок службы, должно быть установлено в технических условиях на приборы конкретного типа.

Для контроля установленных показателей надежности используют не менее 5 приборов.

Контрольные испытания на установленную безотказную наработку проводят раз в год одноступенчатым методом. План испытаний и уровень доверия, выбираемый из ряда 0,95; 0,96; 0,97; 0,98; 0,99; 0,991; 0,992; 0,993; 0,994; 0,995; 0,996; 0,997; 0,998; 0,999, должны быть установлены в технических условиях на мосты конкретного типа.

**(Измененная редакция, Изм. № 2).**

Разд. 2. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

## 3. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Методы испытаний и средства измерений для испытаний — по ГОСТ 8.294—85, ГОСТ 22261—82 и настоящему стандарту.

Основную погрешность и чувствительность мостов (пп. 1.3, 1.7—1.12 и 1.18) следует определять при нормальных условиях применения и нормальной частоте (или области частот) на всех диапазонах измерения после выдержки мостов в нормальных климатических условиях не менее:

24 ч — для мостов классов точности 0,01; 0,02; 0,05;

8 ч — для мостов остальных классов точности.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

3.2. Дополнительную погрешность мостов, вызванную изменением температуры окружающего воздуха (пп. 1.13 и 1.14), следует определять с учетом требований пп. 1.4.1 и 3.1, а также ГОСТ 22261—82 сравнением погрешности моста при нормальной температуре $\delta_{t_0}$ и при любой в пределах рабочих температур $\delta_{t_1}$.

Дополнительную погрешность $\delta_t$ в процентах следует вычислять по формуле

$$\delta_t = \delta_{t_1} - \delta_{t_0}. \qquad (7)$$

Погрешность следует определять на всех диапазонах измерением не менее одной меры.

Допускается определять погрешность косвенным методом путем определения температурных коэффициентов элементов моста. Методика определения погрешности в этом случае должна быть указана в технических условиях на мосты конкретного типа.

3.3. Погрешность мостов в рабочей области частот или на фиксированных рабочих частотах (пп. 1.8; 1.15) следует определять с учетом требований пп. 1.4.1 и 3.1 измерением не менее одной меры на каждом диапазоне измерения.

Погрешность следует определять на крайних частотах рабочей области.

3.4. Дополнительную погрешность мостов, вызванную изменением напряжения питания (п. 1.16), следует определять с учетом требований пп. 1.4.1 и 3.1 настоящего стандарта по ГОСТ 22261—82.

Погрешность следует определять измерением не менее одной меры на одном из диапазонов, имеющих наивысший класс точности.

3.5. Дополнительную погрешность мостов, вызванную влиянием внешнего однородного магнитного поля (п. 1.17), следует определять с учетом требований пп. 1.4.1 и 3.1 сравнением погрешности моста $\delta_{в_0}$ до помещения в магнитное поле и $\delta_в$ после помещения в магнитное поле.

Дополнительную погрешность $\delta_в$ в процентах следует вычислять по формуле

$$\delta_в = \delta_{в_1} - \delta_{в_0}. \qquad (8)$$

Погрешность следует определять измерением не менее одной меры на одном из диапазонов измерения, имеющих наивысший класс точности.

Для определения влияния внешнего магнитного поля испытуемый мост должен быть помещен в центре катушки, создающей равномерное магнитное поле.

Для создания практически равномерного магнитного поля рекомендуют применение двойной катушки, состоящей из двух параллельных коаксиальных плоских колец с обмоткой со средним диаметром $D$ и расстоянием между средними плоскостями колец 0,5 $D$. Средний диаметр кольца должен быть, по крайней мере, в 2,5 раза больше наибольшего габаритного размера испытуемого моста. Обмотки обоих колец включают последовательно и согласно.

Индукцию магнитного поля $B$ внутри катушки в миллитеслах подсчитывают по формуле

$$B = \frac{1{,}81 \cdot 10^{-3} \cdot I \cdot W}{D}, \qquad (9)$$

где $I$ — ток, протекающий через обмотку, А;

$W$ — число витков обмотки каждого из колец;

$D$ — средний диаметр кольца, м

Каркас катушки и крепление должны быть изготовлены из немагнитных материалов. Катушка должна иметь возможность поворота вокруг горизонтальной оси параллельно плоскости колец.

При испытании питание катушки производится через фазорегулятор. В процессе испытаний поворачивают мост, катушку и ротор фазорегулятора в положение, при котором получается наибольшее влияние магнитного поля на испытуемый мост.

Меры, по которым проводят проверку, должны быть из поля удалены.

3.6. Проверка времени установления рабочего режима (п. 1.19) и проверка времени непрерывной работы (п. 1.20) — по ГОСТ 22261—82.

Для проверки времени установления рабочего режима определяют основную погрешность непосредственно после включения в электрическую цепь. Основная погрешность должна быть в пределах, установленных в пп. 1.9—1.12.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

3.7. Проверка прочности изоляции (п. 1.21) — по ГОСТ 22261—82.

3.8. Проверка сопротивления изоляции (п. 1.22) — по ГОСТ 22261—82.

Напряжение, при котором проводят измерения, должно быть 500 В.

Показания мегомметра следует отсчитывать через 1 мин после приложения напряжения.

3.9. Испытание мостов на климатические и механические воздействия (пп. 1.4; 1.5; 1.23) — по ГОСТ 22261—82.

3.10. Методика и режимы проведения испытаний на безотказность должны быть установлены в технических условиях на приборы конкретного типа.

Основным контролируемым параметром, по которому определяют отказ моста, должна быть основная погрешность.

Контролируемые параметры мостов следует проверять не менее 3 раз за время испытаний через равные интервалы времени.

Средний и установленный срок службы подтверждают результатами анализа подконтрольной эксплуатации приборов по РД 50—690—89.

**(Измененная редакция, Изм. № 2).**

## 4. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

4.1. Маркировка мостов — по ГОСТ 22261—82 со следующими дополнениями.

На каждом мосте должно быть нанесено обозначение класса точности.

Мосты могут иметь и другие обозначения, необходимые для работы. Эти обозначения должны быть указаны в технических условиях на мосты конкретного типа.

4.2. Упаковка мостов — по ГОСТ 9181—74.

4.3. Транспортирование и хранение мостов — по ГОСТ 22261—82.

## 5. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Гарантии предприятия изготовителя — по ГОСТ 22261—82.

Редактор **А. Л. Владимиров**
Технический редактор **О. Н. Никитина**
Корректор **В. И. Кануркина**

*Сдано в наб.* 25.05.94. Подп. *в печ.* 27.06.94. Усл. *п. л.* 0,70. Усл. кр.-отт. 0,70. Уч.-изд. л. 0,70. Тир. 461 экз. С 1466.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14
Тип. «Московский печатник», Москва, Лялин пер., 6. Зак. 175

gost.e-ecolog.ru