

ГОСТ 18986.4—73

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

---

# ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ

Издание официальное

БЗ 5—99

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ  
Москва

## МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

## ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ

## Методы измерения емкости

Semiconductor diodes.  
Methods for measuring capacitanceГОСТ  
18986.4—73\*Взамен  
ГОСТ 10964—64

Утвержден Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 13 июля 1973 г. № 1722. Дата введения установлена

01.01.75

Ограничение срока действия снято Постановлением Госстандарта от 30.08.91 № 1410

Настоящий стандарт распространяется на полупроводниковые диоды и устанавливает методы измерения общей емкости диода  $C_d$ .

Метод емкостно-омического делителя применяют при измерении емкости диодов, у которых дифференциальное сопротивление при заданном напряжении смещения на частоте измерения более чем в 10 раз превышает емкостное сопротивление.

Мостовой метод применяют при измерении емкости диодов, у которых дифференциальное сопротивление при заданном напряжении смещения на частоте измерения не более чем в 10 раз превышает емкостное сопротивление.

Частотный метод применяют при измерении емкости диодов в случаях, когда требуется высокая разрешающая способность и стабильность результатов измерений (например, при подборе близких по значению емкости диодов).

Общие требования при измерении и требования безопасности — по ГОСТ 18986.0—74. Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 2769—80 и Публикации МЭК 147—2М в части измерения общей емкости диода мостовым методом.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

## 1. АППАРАТУРА

1.1. (Исключен, Изм. № 1).

1.2. Погрешность измерения емкости не должна выходить за пределы  $(0,05 + \frac{0,2\pi\Phi}{C_d}) \cdot 100\%$  с

доверительной вероятностью  $P^* = 0,99$ .

(Измененная редакция, Изм. № 2).

1.3. Измерение емкости диодов  $C_d$  проводят на частоте, указанной в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на диоды конкретных типов, но не ниже 0,1 МГц.

Максимальную частоту измерения емкости  $f_{\max}$  выбирают из условия

$$f_{\max} \leq \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{0,01}{L_s \cdot C_d}},$$

где  $L_s$  — индуктивность выводов диода относительно точек подключения в установку для измерения емкости.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

★

\* Издание (июнь 2000 г.) с Изменениями № 1, 2, утвержденными в январе 1983 г., октябре 1986 г.  
(ИУС 4—82, 12—86)

© Издательство стандартов, 1973  
© ИПК Издательство стандартов, 2000

1.4. Значение эффективного высокочастотного напряжения  $U_{rms}$  на диоде в момент измерения должно удовлетворять условию

$$U_{rms} \leq [7 \cdot 10^{-2}(\varphi_k + U)],$$

где  $U$  — постоянное напряжение смещения;

$\varphi_k$  — контактная разность потенциалов для полупроводникового материала, из которого изготовлен диод.

Величина  $U_{rms}$  должна быть указана в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке.

1.5. Емкость диода  $C_d$  измеряют при напряжении смещения, указанном в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на диоды конкретных типов.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

1.6. Коэффициент пульсации напряжения смещения не должен превышать 10 % значения напряжения  $U_{rms}$ .

1.7. Напряжение смещения на диоде должно быть установлено с погрешностью в пределах  $\pm 2$  %.

1.8. Держатель диода должен иметь емкость схемы (если эта емкость не может быть скомпенсирована или учтена при измерении), не оказывающую влияния на погрешность измерения.

**(Измененная редакция, Изм. № 2).**

1.9. Для туннельных диодов требования к значению эффективного высокочастотного напряжения, к режиму по постоянному току должны быть указаны в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на туннельные диоды конкретных типов.

## 2. МЕТОД ЕМКОСТНО-ОМИЧЕСКОГО ДЕЛИТЕЛЯ

### 2.1. Аппаратура

2.1.1. Аппаратура должна соответствовать требованиям, указанным в разд. 1.

### 2.2. Подготовка к измерению

2.2.1. Емкость диода определяют по падению напряжения на активном плече емкостно-омического делителя, создаваемого током, значение которого определяется реактивной проводимостью измеряемой емкости.

2.2.2. Принципиальная электрическая схема измерения емкости диодов должна соответствовать указанной на черт. 1.

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

2.2.3. Генератор высокой частоты  $G$  должен обеспечивать в точке А схемы постоянное по амплитуде напряжение со стабильностью  $\pm 1$  % для любых измеряемых значений емкости диода  $C_d$ .

Падение напряжения на резисторе  $R_1$  за счет отвлечения тока в генератор должно составлять не более 1 % значения напряжения смещения, указанного в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на диоды конкретных типов.

**(Измененная редакция, Изм. № 2).**

2.2.4. Резисторы  $R_1$  и  $R_2$  должны быть такими, чтобы падение напряжения на них от протекания постоянного тока диода составляло не более 0,5 % значения  $(\varphi_k + U)$ .

2.2.5. Значение сопротивления резистора  $R_2$  выбирают из условия

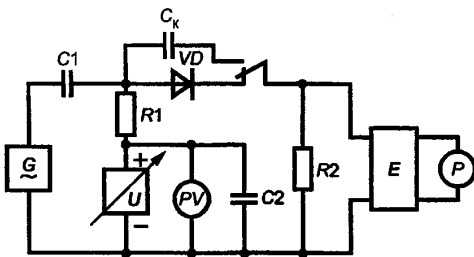
$$R_2 < \frac{1}{60 \cdot f \cdot C_d},$$

где  $f$  — частота измерения.

**(Измененная редакция, Изм. № 1).**

2.2.6. Суммарная индуктивность проводников, соединяющих клемму Б, вход измерителя напряжения и резистор  $R_2$ , должна быть такой, чтобы не оказывать влияния на погрешность измерения.

**(Измененная редакция, Изм. № 2).**



$G$  — генератор переменного напряжения;  $C_1, C_2$  — конденсаторы;  $C_k$  — калибровочный конденсатор;  $VD$  — проверяемый диод;  $R_1, R_2$  — резисторы;  $U$  — регулируемый блок смещения;  $PV$  — измеритель напряжения;  $E$  — селективный усилитель;  $P$  — измерительный прибор

Черт. 1

2.2.7. Емкость конденсатора фильтра  $C_2$  должна соответствовать

$$C_2 \geq \frac{1}{20 \cdot f \cdot R_1}.$$

2.2.8. Отклонение от линейности амплитудной характеристики селективного усилителя  $E$  не должно выходить за пределы  $\pm 2$  %.

2.2.9. Полное входное сопротивление  $Z$  селективного усилителя  $E$  должно соответствовать условию  $|Z| > 10R_2$ .

Для компенсации емкости входа селективного усилителя допускается параллельно включать индуктивность, настроенную с емкостью в резонанс на частоте измерения.

2.2.10. Емкость калибровочного конденсатора  $C_k$  проверяют на частоте измерения  $f$  с погрешностью в пределах  $\pm 1$  % или на другой частоте при условии

$$L \leq \frac{0,01}{(2 \cdot \pi \cdot f')^2 C_k},$$

где  $L$  — последовательная индуктивность выводов конденсатора  $C_k$ ;

$f'$  — большая из частот измерения емкости и проверки емкости конденсатора  $C_k$ .

Значение емкости конденсатора  $C_k$  не должно изменяться более чем на 0,5 % в диапазоне возможных изменений температуры окружающей среды.

2.2.11. Для компенсации паразитной емкости на входе селективного усилителя или компенсации емкости держателя диода в измерительной установке допускается применять компенсационные устройства. Применение компенсационных устройств не должно приводить к увеличению погрешности измерения емкости.

2.2.12. Перед измерением емкости диода проводят калибровку измерительной установки, заменяя проверяемый диод калибровочным конденсатором емкостью  $C_k$ . Регулируя чувствительность селективного усилителя  $E$ , устанавливают показание измерительного прибора  $P$ , соответствующее значению емкости  $C_k$  калибровочного конденсатора.

2.2.13. Допускается применение других способов измерения переменного тока, протекающего через проверяемый диод, при этом должно выполняться условие п. 2.2.5 и условие

$$R \leq R_2,$$

где  $R$  — активное проходное сопротивление измерителя переменного тока.

2.2.8—2.2.13. (Измененная редакция, Изм. № 2).

2.3. Проведение измерения и обработка результатов

2.3.1. Для измерения емкости диода отключают калибровочный конденсатор, измеряют или компенсируют, при необходимости, паразитную емкость между гнездами и подключают проверяемый диод. Затем подают постоянное напряжение смещения и по показаниям измерительного прибора  $P$  отсчитывают значение измеряемой емкости диода с учетом паразитной емкости.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

### 3. МОСТОВОЙ МЕТОД

3.1. Условия и режим измерения

3.1.1. Измерения проводят при температуре окружающей среды  $(25 \pm 5)$  °С.

3.1.2. Режим измерения должен соответствовать установленному в стандартах или технических условиях на диоды конкретных типов.

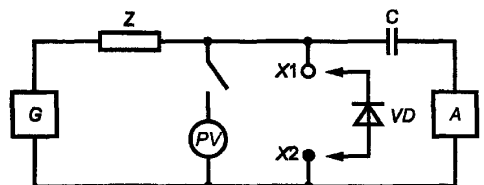
3.2. Аппаратура

3.2.1. Аппаратура должна соответствовать требованиям, указанным в разд. 1.

3.2.2. Структурная электрическая схема измерения должна соответствовать указанной на черт. 2.

3.2.3. Генератор постоянного напряжения  $G$  должен обеспечивать установление и поддержание постоянного напряжения смещения с погрешностью, указанной в п. 1.7.

3.2.4. Погрешность измерителя напряжения смещения  $PV$  не должна выходить за пределы  $\pm 2$  %. Допускается отсутствие измерителя напряжения  $PV$  в электрической схеме при обеспечении установле-



$G$  — генератор постоянного напряжения;  $Z$  — элемент развязки;  $PV$  — измеритель напряжения;  $X1$  и  $X2$  — контакты подключения диода;  $VD$  — проверяемый диод;  $C$  — разделительный конденсатор;  $A$  — высокочастотный мост

Черт. 2

ния и поддержания напряжения смещения на диоде с указанной погрешностью.

3.2.5. Проводимость элемента развязки  $\zeta$  должна быть меньше полной проводимости диода на частоте измерения в 200 и более раз.

3.2.6. Емкость конденсатора  $C$  должна не менее чем в 200 раз превышать емкость диода.

3.2.7. Высокочастотный мост  $A$  должен удовлетворять требованиям:

обеспечивать измерение на заданной частоте;

обеспечивать задание и поддержание амплитуды переменного тока, значение которой указано в стандартах или технических условиях на диоды конкретных типов;

погрешность измерения должна быть такой, чтобы погрешность измерения емкости диода не выходила за пределы, указанные в п. 1.2.

3.2.8. Переходное сопротивление контактов  $X1$  и  $X2$  и емкость между ними не должны влиять на значение погрешности емкости диода.

3.3. Подготовка и проведение измерений

3.3.1. Уравновешивают высокочастотный мост  $A$  в соответствии с технической документацией.

3.3.2. Подключают диод к контактам  $X1$  и  $X2$ . Устанавливают заданное напряжение смещения от генератора  $G$ . Уравновешивают мост.

Допускается применять устройства, позволяющие проводить автоматическую балансировку мостовой схемы и отсчет значения емкости.

3.3.3. Значение емкости диода определяют разностью значений емкости мостовой схемы до и после включения проверяемого диода.

Разд. 3. (Измененная редакция, Изм. № 2).

#### 4. ЧАСТОТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

##### 4.1. Аппаратура

4.1.1. Аппаратура должна соответствовать требованиям, указанным в разд. 1.

##### 4.2. Подготовка к измерению

4.2.1. Принципиальная электрическая схема измерения емкости диодов частотным методом должна соответствовать указанной на черт. 3.

4.2.2. Частотный метод основан на измерении ухода частоты генератора при подключении проверяемого диода к контактам  $X1$  и  $X2$  и дальнейшем пересчете частоты в емкость, который допускается проводить с помощью специальных и решающих устройств.

4.2.1, 4.2.2. (Измененная редакция, Изм. № 2).

4.2.3. Стабильность частоты генератора (без проверяемого диода) и погрешность измерения частоты должны быть такими, чтобы выполнялись требования п. 1.2 и требования к стабильности и разрешающей способности измерительной установки.

4.2.4. Измерение, в случае необходимости, начинают с определения емкости контура (без диода) относительно контактов  $X1$  и  $X2$ .

4.2.5. К контактам  $X1$  и  $X2$  подключают контрольный конденсатор (при этом должно выполняться условие п. 2.2.10, емкость контрольного конденсатора должна быть близка к максимально измеряемой ем-

$VD$  — проверяемый диод;  $G1$  — генератор;  $PF$  — частотомер;  $G2$  — источник напряжения смещения с цепями развязки по высокой частоте;  $X1, X2$  — контакты подключения диода

Черт. 3

кости диода) и измеряют частоту генератора  $f_a$ .

4.2.3—4.2.5. (Измененная редакция, Изм. № 2).

4.2.6. Отключают контрольный конденсатор и вновь измеряют частоту генератора  $f_b$ .

4.2.7. Расчет значения емкости контура ведут по формуле

$$C_c = \frac{C_m \cdot f_a^2}{f_b^2 - f_a^2},$$

где  $C_m$  — емкость контрольного конденсатора.

##### 4.3. Проведение измерения и обработка результатов

4.3.1. К контактам  $X1$  и  $X2$  подключают проверяемый диод и измеряют частоту генератора  $f_1$ .

4.3.2. Отключают проверяемый диод от контактов  $X1$  и  $X2$  и измеряют частоту генератора  $f_2$ .

4.3.1, 4.3.2. (Измененная редакция, Изм. № 2).

4.3.3. Расчет значения емкости диода  $C_d$  ведут по формуле

$$C_d = C_c \frac{f_2^2 - f_1^2}{f_1^2}.$$

4.3.4. Для малых емкостей диодов  $C_d$  допускается проводить расчет по другим формулам при условии выполнения требований п. 1.2.

4.3.3, 4.3.4. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

Редактор *Л.В. Коретникова*  
Технический редактор *Н.С. Гришанова*  
Корректор *М.С. Кабацова*  
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 22.06.2000. Подписано в печать 01.09.2000. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,60.  
Тираж 127 экз. С 5778. Зак. 788.

---

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.  
Набрано в Издательстве на ПЭВМ  
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", 103062, Москва, Лялин пер., 6.  
Плр № 080102