

ГОСТ 18986.6—73

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н И Й С Т А Н Д А Р Т

ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЗАРЯДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Издание официальное

Б3 1-2001

**ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
М о с к в а**

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ

Метод измерения заряда восстановления

Semiconductor diodes. Method for measuring recovery charge

ГОСТ
18986.6—73

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 13 июля 1973 г. № 1723
дата введения установлена

01.01.75

Ограничение срока действия снято по протоколу № 2—92 Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 2—93)

Настоящий стандарт распространяется на полупроводниковые импульсные и выпрямительные диоды, а также на переключательные диоды диапазона СВЧ, у которых накопленный заряд может быть принят равным заряду восстановления, и устанавливает метод измерения заряда восстановления.

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3198—81 в части метода измерения заряда восстановления.

Общие условия при измерении должны соответствовать требованиям ГОСТ 18986.0—74 и настоящего стандарта.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. УСЛОВИЯ И РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ

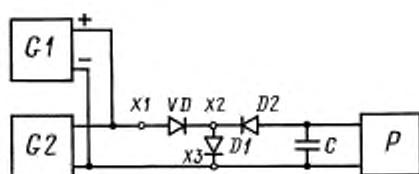
- 1.1. Температура окружающей среды при измерении должна быть в пределах $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- 1.2. Прямой ток и обратное напряжение при измерении заряда восстановления должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на диоды конкретных типов.
- 1.1, 1.2. (Измененная редакция, Изм. № 1).
- 1.3, 1.4. (Исключены, Изм. № 1).

2. АППАРАТУРА

2.1. Принципиальная электрическая схема измерения заряда восстановления должна соответствовать указанной на чертеже.

Допускается возможность подключения к схеме устройств, стабилизирующих постоянное напряжение между точками $X2$ и $X3$ схемы.

Допускается шунтирование диода VD конденсатором емкостью, не превышающей $0,2 \cdot \frac{t_{\text{пр}}}{R_{\text{вых}_1}}$ (где $t_{\text{пр}}$ — время нарастания импульса обратного напряжения, $R_{\text{вых}_1}$ — выходное сопротивление генератора $G2$) или подача в точку $X2$ импульса от дополнительного генератора, синхронизированного с генератором $G2$.



$G1$ — генератор прямого тока с выходным сопротивлением $R_{\text{вых}1}$; $G2$ — генератор обратного напряжения с выходным сопротивлением $R_{\text{вых}2}$; $X1$, $X2$, $X3$ — выводы;

VD — измеряемый диод; $D1$ — диод, через который протекает прямой ток измеряемого диода; $D2$ — диод, через который протекает обратный ток измеряемого диода; C — интегрирующий конденсатор; P — измеритель заряда с входным сопротивлением $R_{\text{вх}}$.

Издание официальное



Издание (май 2004 г.) с Изменением № 1, утвержденным в июне 1982 г. (ИУС 9—82).

© Издательство стандартов, 1973
© ИПК Издательство стандартов, 2004

С. 2 ГОСТ 18986.6—73

Допускается подача на диод $D2$ напряжения начального смещения.

2.2. Прямой ток i_{np} генератора $G1$ протекает через измеряемый диод VD и диод $D2$ в течение времени, достаточного, чтобы в диоде VD накопился заряд, соответствующий стационарному состоянию при протекании прямого тока i_{np} . Затем от генератора $G2$ подают импульс обратного напряжения, запирающий диод VD , при этом переходный обратный ток диода VD протекает через диод $D2$ и заряжает конденсатор C . В интервале между импульсами генератора $G2$ заряд с конденсатора C стекает через входное сопротивление R_{in} измерителя P , причем этот процесс повторяется с частотой повторения f импульсов генератора $G2$.

2.3. Если в качестве измерителя P используют микромперметр магнитоэлектрической системы, заряд восстановления Q_{rec} определяют из соотношения

$$Q_{rec} = \frac{i_0 - i_{osp}}{f},$$

где i_0 — средний ток, измеряемый измерителем P ;

i_{osp} — обратный ток диода $D2$, измеренный при отключении генератора $G2$ или при отсутствии импульсов с $G2$;

f — частота повторения импульсов обратного напряжения генератора.

Обратный ток диода $D2$ можно не учитывать, если значение, определяемое из соотношения $\frac{i_{osp}}{f}$, составляет не более 1 % от значения измеряемого заряда.

2.4. В качестве измерителя заряда P допускается использовать селективный усилитель, настроенный на частоту f или кратную ей частоту. При этом индикатор на выходе селективного усилителя должен быть откалиброван непосредственно в единицах заряда. Калибровку осуществляют конденсаторами с известной емкостью, включенными вместо диода VD . При этом калибровочный заряд Q равен

$$Q = C_k \cdot U_k,$$

где C_k — емкость калибровочного конденсатора;

U_k — амплитуда импульса генератора $G2$.

2.1—2.4. (Измененная редакция, Изм. № 1).

2.5. Основные элементы, входящие в принципиальную электрическую схему, должны соответствовать требованиям пп. 2.6—2.12.

2.6. Генератор $G1$ должен обеспечивать подачу через измеряемый диод постоянного или импульсного прямого тока заданной величины, при этом должны обеспечиваться следующие требования:

а) прямой ток должен быть задан через диод VD с погрешностью в пределах $\pm 3\%$ при постоянном прямом токе и $\pm 10\%$ при подаче импульсного прямого тока. Режим подачи импульсного прямого тока применяют в технически обоснованных случаях, когда при заданном значении постоянного прямого тока не может быть обеспечена устойчивая работа диода VD ;

б) выходное сопротивление генератора $G1$ R_{out} должно быть достаточно большим, чтобы при изменении напряжения между точками $X1$ и $X3$ на 1 В изменения тока генератора $G1$ не превышали 1 % при постоянном и 3 % при импульсном прямых токах;

в) длительность импульса прямого тока должна быть не менее $5 \frac{Q_{rec}}{i_{np}}$, где Q_{rec} — величина заряда восстановления, равная норме на этот параметр, указанной в технической документации на диоды конкретных типов;

г) для квазимпульсного прямого тока, представляющего собой постоянный ток, протекающий в цепи диода в течение времени $t \geq 100 \frac{Q_{rec}}{i_{np}}$, требования аналогичны тем, которые предъявляют к постоянному току;

д) спад вершины импульса прямого тока на длительности $5 \frac{Q_{rec}}{i_{np}}$, отсчитанной от момента подачи импульса обратного напряжения, не должен превышать 5 %.

2.7. Генератор $G2$ должен обеспечивать подачу на измеряемый диод импульса обратного напряжения. При этом должны быть выполнены следующие требования:

а) амплитуда импульса обратного напряжения должна быть установлена с погрешностью в пределах $\pm 10\%$.

Причина. Амплитуда импульса обратного напряжения может быть измерена импульсным вольтметром с открытым входом на аноде диода VD относительно точки $X3$ схемы. При этом на аноде диода устанавливают напряжение, равное сумме заданного обратного напряжения $U_{обp_n}$ и прямого падения напряжения на диоде $D2$ при протекании через него прямого тока (примерно 0,75 В). При измерении импульсным вольтметром с закрытым входом измеренное значение амплитуды импульса напряжения на аноде диода VD определяют из соотношения

$$U_m = U_{обp_n} + U_{np_1} + U_{np_2} - U_{cm},$$

где $U_{обp_n}$ — требуемое значение амплитуды импульсов обратного напряжения;

U_{np_1} — прямое падение напряжения на двух последовательно включенных диодах VD и $D1$ от

протекания прямого тока (примерно 1,4 В);

U_{np_2} — прямое падение напряжения на диоде $D2$ (примерно 0,75 В);

U_{cm} — напряжение смещения диода $D2$, если предусмотрена его подача в схеме;

б) выходное сопротивление генератора $G2 R_{вых_2}$ должно быть в пределах 50—90 Ом. Допускается включение последовательно с выходом генератора дополнительного резистора для того, чтобы общее сопротивление в цепи диода VD для импульсного обратного тока составляло указанное выше значение;

в) длительность импульса обратного напряжения τ_u должна быть не менее $0,2 \frac{Q_{rec}}{i_{ap}}$,

г) спад вершины импульса обратного напряжения не должен превышать 10 % на всей длительности импульса, измеренного на согласованной нагрузке 50 или 75 Ом;

д) время нарастания t_{up} импульса обратного напряжения, измеряемое на согласованной нагрузке между уровнями 0,1 и 0,9 при подключении измерительного устройства между выводами $X1$ и $X2$ и отключенном диоде VD , должно удовлетворять требованиям, указанным в табл. 3.

Таблица 3 *

Заряд восстановления Q_{rec} , пКл	Время нарастания t_{up} , нс, не более
До 10 включ.	0,36
Св. 10 » 150 »	1,00
» 150 » 1000 »	3,00
» 1000 » 10000 »	18,00
» 10000	100,00

е) частота повторения импульсов генератора $G2$ не должна превышать значения $\frac{i_{ap}}{5 Q_{rec}}$.

Частота повторения импульсов обратного напряжения должна задаваться и поддерживаться с погрешностью в пределах $\pm 1\%$ при измерении заряда восстановления по среднему обратному току диода VD . При использовании в качестве измерителя заряда селективного усилителя погрешность задания частоты повторения и ее стабильность определяют настройкой и полосой частот селективного усилителя;

ж) цепи генераторов $G2$ и $G1$ должны быть разделены по постоянному току так, чтобы в паузе между импульсами обратного напряжения часть прямого тока, ответвляющаяся в генератор $G2$, не превышала значения $0,5\% i_{ap}$. Допускается разделение цепей путем включения разделительного конденсатора на выходе генератора $G2$, при этом емкость конденсатора C' должна удовлетворять требованиям

$$R_{вых_2} \cdot C' \geq 20 \tau_u; C' \geq \frac{20 i_{ap} \cdot \tau_u}{U_{обp_n}}$$

и должны быть приняты меры, предотвращающие установление на конденсаторе напряжения холостого хода генератора $G1$ при извлечении диода VD .

* Табл. 1 и 2. (Исключены, Изм. № 1).

С. 4 ГОСТ 18986.6—73

2.8. Измеритель заряда P должен удовлетворять следующим требованиям:

а) при измерении заряда восстановления по величине среднего обратного тока измеряемого диода измерительный прибор должен быть не ниже класса 1,5. Допускается измерение в последних $\frac{4}{5}$ частях шкалы прибора, если используется электроизмерительный прибор не ниже класса 1;

б) при измерении заряда восстановления на частоте повторения импульсов обратного напряжения или на кратной ей частоте селективный усилитель, используемый для этой цели, должен иметь нелинейность амплитудной характеристики и полосу частот такие, чтобы обеспечивались требования к погрешности измерения, указанные в п. 1.3;

в) входное сопротивление $R_{\text{вх}}$ измерителя заряда должно удовлетворять требованию

$$R_{\text{вх}} \leq 0,2 \frac{f - \tau_u}{C},$$

где f — частота повторения импульсов обратного напряжения;

τ_u — длительность импульса.

При измерении заряда по амплитуде гармоники частоты повторения импульсов $G2$ входное сопротивление $R_{\text{вх}}$ измерителя заряда должно быть таким, чтобы добротность входного контура измерителя заряда не превышала величины $5 K$, где K — номер гармоники частоты повторения импульсов обратного напряжения.

2.9. Заряд восстановления диода DI (определенный как разность между зарядом $Q_{\text{вос}}$ и емкостным зарядом восстановления при $i_{\text{вр}} = 0$) должен быть существенно меньше (в аналогичном режиме) значения измеряемого заряда диода VD .

Заряд восстановления диода DI считают достаточно малым, если его значение не превышает 10 % от измеряемого заряда. Если заряд диода DI больше, чем на 10 % превышает измеренный, его необходимо учесть.

П р и м е ч а н и е. При измерении заряда восстановления до 1000 пКл в качестве диода DI применяют диоды с барьером Шоттки, а также смесительные и детекторные диоды диапазона СВЧ, не обладающие заметным эффектом накопления заряда.

2.10. Диод $D2$ должен удовлетворять следующим требованиям:

а) обратный ток диода $D2 - i_{\text{вр}}$ при обратном напряжении 1 В не должен превышать более чем на 10 % значения $Q_{\text{вос}} \cdot f$. При выполнении требования $i_{\text{вр}} \leq 0,01 Q_{\text{вос}} \cdot f$ значение обратного тока диода $D2$ не учитывают;

б) емкость диода $D2$ (C_2 в кулонах) при обратном напряжении 1 В не должна быть больше значения, определяемого соотношением

$$C_2 \leq \frac{0,02 Q_{\text{вос}} + 10^{-12}}{U_{\text{вр}}};$$

в) время восстановления обратного сопротивления диода $D2$ не должно превышать значения $0,2 \tau_u$;

г) максимальное импульсное прямое напряжение диода $D2$ должно быть меньше максимального обратного напряжения диода DI .

2.11. Емкость конденсатора C должна удовлетворять требованию

$$C \geq \frac{5 Q_{\text{вос}}}{U_{\text{вр}}},$$

где $U_{\text{вр}}$ — прямое падение напряжения на открытом диоде $D2$ ($\approx 0,75$ В).

2.12. Индуктивность схемы в контуре, образованном элементами $R_{\text{вых}_2}$, VD , $D2$, C , должна быть сведена к минимальной. Расчетное значение индуктивности не должно превышать $0,5 \tau_{\text{вр}} \cdot R_{\text{вых}_2}$.

2.6.—2.12. (Измененная редакция, Изм. № 1).

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1. Измерение заряда восстановления по значению среднего обратного тока осуществляют следующим образом.

Между точками $X1$ и $X2$ схемы (черт. 1) включают измеряемый диод, устанавливают заданные

значения прямого тока I_{np} и обратного напряжения $U_{обр_н}$ отсчитывают значение тока i_0 , протекающего в цепи диода $D2$.

Измеряют ток $I_{обр_н}$, протекающий в цепи диода $D2$ при отключенном генераторе $G2$. Значение $I_{обр_н}$ постоянно для заданного значения I_{np} и должно измеряться только при изменении режима.

Значение заряда восстановления по измеренным значениям определяют по формуле, указанной в п. 1.2.3.

Шкалу измерителя заряда P градуируют в значениях заряда восстановления, при этом измеряемое значение непосредственно отсчитывают по шкале прибора P .

3.2. Измерение заряда восстановления по амплитуде гармоники частоты повторения импульсов осуществляют следующим образом.

Калибруют измеритель заряда P , для чего между контактами $X1$ и $X2$ схемы (черт. 1) включают калибровочный конденсатор, заряд восстановления которого $Q_{вос_к}$ близок к ожидаемому значению измеряемого заряда. Емкость калибровочного конденсатора должна быть измерена с погрешностью в пределах $\pm 1\%$. Амплитуда импульсов напряжения, подаваемых на контрольный конденсатор, должна измеряться с погрешностью в пределах $\pm 4\%$, поэтому амплитуда импульса напряжения, подаваемого на калибровочный конденсатор, должна быть такой, чтобы измерение проводилось у правого края шкалы импульсного вольтметра.

Калибровочное напряжение U_k , действующее на калибровочный конденсатор, определяют по формуле

$$U_k = U_u - U_{np_2} + U_{cm} - U_b,$$

где U_u — амплитуда импульса, измеренная импульсным вольтметром на контакте $X1$ относительно контакта $X3$;

U_{cm} — напряжение внешнего смещения, подаваемого на диод $D2$;

U_b — постоянное напряжение между точками $X2$ и $X3$ схемы, если предусмотрена его стабилизация.

При калибровке отсчитывают показание α_1 измерителя P , соответствующее значение калибровочного заряда, равного $Q_{вос_к} = C_k \cdot U_k$.

3.3. Вместо калибровочного конденсатора между контактами $X1$ и $X2$ схемы (черт. 1) включают измеряемый диод, устанавливают заданные значения прямого тока I_{np} и обратного напряжения $U_{обр_н}$ и отсчитывают показание α_2 измерителя P .

3.4. Измеренное значение заряда $Q_{вос}$ определяют из соотношения

$$Q_{вос} = \frac{Q_{вос_к} \cdot \alpha_2}{\alpha_1}.$$

3.5. Калибровочные конденсаторы могут использоваться для проверки правильности работы аппаратуры и оценки погрешности измерения заряда восстановления.

3.1—3.5. (Измененная редакция, Изм. № 1).

4. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Погрешность измерения заряда восстановления должна быть в пределах $\pm 12\%$ с доверительной вероятностью 0,997.

Разд. 4. (Введен дополнительно, Изм. № 1).

*Редактор В.Н. Копысов
Технический редактор В.Н. Пруссакова
Корректор Е.Д. Дулонева
Компьютерная верстка А.Н. Золотаревой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 31.05.2004. Подписано в печать 28.06.2004. Усл.печл. 0,93. Уч.-издл. 0,60.
Тираж 85 экз. С 2691. Зак. 600.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
<http://www.standards.ru> e-mail: info@standards.ru

Набрано в Издательстве на ПЭВМ

Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов – тип. "Московский печатник", 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Пар № 080102