ГОСТ 18986.6—73

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЗАРЯДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Издание официальное

БЗ 1—2001

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.382.2.019:006.354 Группа Э29

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 ± 5) °С.

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).**

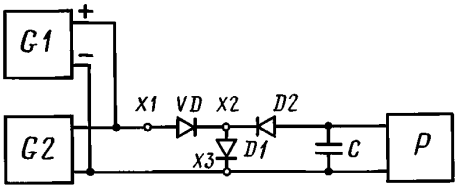
1.3, 1.4. **(Исключены, Изм. № 1).**

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 $0{,}2 \cdot \frac{t_{нр}}{R_{вых_2}}$ (где $\tau_{нр}$ — время нарастания импульса обратного напряжения, $R_{вых_2}$ — выходное сопротивление генератора *G2*) или подача в точку *X2* импульса от дополнительного генератора, синхронизированного с генератором *G2*.



G1 — генератор прямого тока с выходным сопротивлением $R_{вых1}$; *G2* — генератор обратного напряжения с выходным сопротивлением $R_{вых2}$; *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 $R_{вх}$

Издание официальное ★ **Перепечатка воспрещена**

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

© Издательство стандартов, 1973
© ИПК Издательство стандартов, 2004

Допускается подача на диод *D2* напряжения начального смещения.

2.2. Прямой ток $i_{пр}$ 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 $i_{пр}$. 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 $R_{вх}$ измерителя *P*, причем этот процесс повторяется с частотой повторения *f* импульсов генератора *G2*.

2.3. Если в качестве измерителя *P* используют микроамперметр магнитоэлектрической системы, заряд восстановления $Q_{вос}$ определяют из соотношения

$$Q_{вос} = \frac{i_0 - i_{обр}}{f},$$

где i_0 — средний ток, измеряемый измерителем *P*;

$i_{обр}$ — 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 $\frac{i_{пр}}{f}$, 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, включаемыми вместо диода *VD*. При этом калибровочный заряд *Q* равен

$$Q = C_к \cdot U_к,$$

где $C_к$ — емкость калибровочного конденсатора;

$U_к$ — 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 ± 3 % при постоянном прямом токе и ± 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* $R_{вых_1}$ *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 $5\frac{Q_{вос}}{i_{пр}}$, где $Q_{вос}$ — величина заряда восстановления, равная норме на этот параметр, указанной в технической документации на диоды конкретных типов;

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

д) спад вершины импульса прямого тока на длительности $5\frac{Q_{вос}}{i_{пр}}$, 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 ± 10 %.

Примечание. 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 $U_{обр_и}$ 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

$$U_м = U_{обр_и} + U_{пр_1} + U_{пр_2} - U_{см},$$

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

$U_{пр_1}$ — прямое падение напряжения на двух последовательно включенных диодах *VD* и *D1* от протекания прямого тока (примерно 1,4 В);

$U_{пр_2}$ — прямое падение напряжения на диоде *D2* (примерно 0,75 В);

$U_{см}$ — 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 $\tau_и$ должна быть не менее $0{,}2\,\frac{Q_{вос}}{i_{пр}}$;

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 $t_{нр}$ 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 $Q_{вос}$, пКл	Время нарастания $t_{нр}$, 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 $\frac{i_{пр}}{5\,Q_{вос}}$.

Частота повторения импульсов обратного напряжения должна задаваться и поддерживаться с погрешностью в пределах ± 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 % $i_{пр}$. Допускается разделение цепей путем включения разделительного конденсатора на выходе генератора *G2*, при этом емкость конденсатора C' должна удовлетворять требованиям

$$R_{вых_2} \cdot C' \geq 20\,\tau_и\,;\; C' \geq \frac{20 i_{пр} \cdot \tau_и}{U_{обр_и}}$$

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).**

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 $^4/_5$ 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 $R_{вх}$ измерителя заряда должно удовлетворять требованию

$$R_{вх} \le 0{,}2\,\frac{\frac{1}{f} - \tau_и}{C},$$

где f — частота повторения импульсов обратного напряжения;

$\tau_и$ — длительность импульса.

При измерении заряда по амплитуде гармоники частоты повторения импульсов *G2* входное сопротивление $R_{вх}$ 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 *D1* (определяемый как разность между зарядом $Q_{вос}$ и емкостным зарядом восстановления при $i_{пр} = 0$) должен быть существенно меньше (в аналогичном режиме) значения измеряемого заряда диода *VD*.

Заряд восстановления диода *D1* считают достаточно малым, если его значение не превышает 10 % от измеряемого заряда. Если заряд диода *D1* больше, чем на 10 % превышает измеренный, его необходимо учесть.

Примечание. При измерении заряда восстановления до 1000 пКл в качестве диода *D1* применяют диоды с барьером Шоттки, а также сместительные и детекторные диоды диапазона СВЧ, не обладающие заметным эффектом накопления заряда.

2.10. Диод *D2* должен удовлетворять следующим требованиям:

а) обратный ток диода *D2*—$i_{обр}$ при обратном напряжении 1 В не должен превышать более чем на 10 % значения $Q_{вос} \cdot f$. При выполнении требования $i_{обр} \le 0{,}01\ Q_{вос} \cdot f$ 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

$$C_2 \le \frac{0{,}02 Q_{вос} + 10^{-12}}{U_{пр_2}};$$

в) время восстановления обратного сопротивления диода *D2* не должно превышать значения $0{,}2\ \tau_и$;

г) максимальное импульсное прямое напряжение диода *D2* должно быть меньше максимального обратного напряжения диода *D1*.

2.11. Емкость конденсатора C должна удовлетворять требованию

$$C \ge \frac{5\ Q_{вос}}{U_{пр_2}},$$

где $U_{пр_2}$ — прямое падение напряжения на открытом диоде *D2* (≈ 0,75 В).

2.12. Индуктивность схемы в контуре, образованном элементами $R_{вых_2}$, *VD*, *D2*, *C*, должна быть сведена к минимальной. Расчетное значение индуктивности не должно превышать $0{,}5\ \tau_{нр} \cdot R_{вых_2}$.

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 $i_{пр}$ и обратного напряжения $U_{обр_и}$ и отсчитывают значение тока i_0, протекающего в цепи диода *D2*.

Измеряют ток $i_{обр}$, протекающий в цепи диода *D2* при отключенном генераторе *G2*. Значение $i_{обр}$ постоянно для заданного значения $i_{пр}$ 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 ± 1 %. Амплитуда импульсов напряжения, подаваемых на контрольный конденсатор, должна измеряться с погрешностью в пределах ± 4 %, поэтому амплитуда импульса напряжения, подаваемого на калибровочный конденсатор, должна быть такой, чтобы измерение проводилось у правого края шкалы импульсного вольтметра.

Калибровочное напряжение $U_к$, действующее на калибровочный конденсатор, определяют по формуле

$$U_к = U_м - U_{пр_2} + U_{см} - U_Б,$$

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

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

$U_Б$ — 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 $Q_{вос_к} = C_к \cdot U_к$.

3.3. Вместо калибровочного конденсатора между контактами *X1* и *X2* схемы (черт. 1) включают измеряемый диод, устанавливают заданные значения прямого тока $i_{пр}$ и обратного напряжения $U_{обр_и}$ 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 ± 12 % с доверительной вероятностью 0,997.

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

Редактор *В.Н. Копысов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
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.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,60.
Тираж 85 экз. С 2691. Зак. 600.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
http: //gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов — тип. “Московский печатник”, 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru