ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71477— 2024

ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ МОЩНЫЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ

Методы измерения скорости нарастания обратного напряжения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт радиоэлектроники» (ФГБУ «ВНИИР»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 303 «Электронная компонентная база, материалы и оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июня 2024 г. № 873-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Введение

Актуальной проблемой на пути еще более широкого применения полупроводниковых приборов представляется ограничение по максимальной величине параметра *dU*/*dt* при подаче импульса обратного напряжения. Стойкость полупроводниковых приборов, в частности мощных биполярных транзисторов, к воздействию *dU*/*dt* — одно из требований, устанавливающих ограничение скорости переключения в режиме жесткой коммутации. Установлено, что транзисторы с низкой стойкостью к *dU*/*dt* более подвержены отказам при воздействии больших пусковых токов, особенно при использовании в быстродействующих устройствах с импульсным режимом работы.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ МОЩНЫЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ

Методы измерения скорости нарастания обратного напряжения

High-power high-voltage bipolar transistors. Methods for measuring the rate of rise of reverse voltage

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на мощные высоковольтные транзисторы и устанавливает следующие методы измерения скорости нарастания обратного напряжения:

а) с помощью импульсного напряжения с фиксированным временем нарастания и переменной амплитудой;

б) с помощью импульсного напряжения с фиксированной амплитудой и переменным временем нарастания.

Общие условия при измерении скорости нарастания обратного напряжения должны соответствовать ГОСТ 18604.0—83.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 18604.0 Транзисторы биполярные. Общие требования при измерении электрических параметров

ГОСТ 18604.26 Транзисторы биполярные. Методы измерения временных параметров

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 18604.0, ГОСТ 18604.26.

Издание официальное

4 Метод измерения скорости нарастания обратного напряжения с помощью импульсного напряжения с фиксированным временем нарастания и переменной амплитудой

4.1 Общие требования к проведению измерений

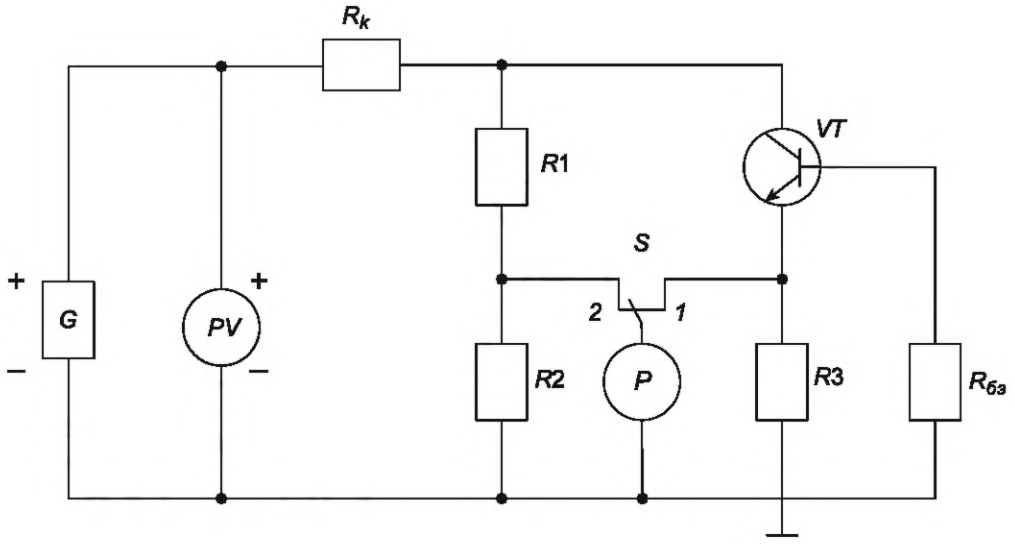
4.1.1 Скорость нарастания обратного напряжения определяют по результатам измерения амплитуды импульса обратного напряжения при известном времени нарастания обратного напряжения.

4.1.2 Полярность включения генератора импульсов и импульсного вольтметра указана на схеме для *n-p-n* транзисторов. Для транзисторов *p-n-p* полярность должна быть обратной.

4.1.3 Значения времени нарастания обратного напряжения $t_{нр}$, амплитуды тока эмиттера при открытом состоянии транзистора $I_{э,и}$ и сопротивлений резисторов R_k и $R_{бэ}$ указывают в нормативной и технической документации на транзисторы конкретных типов (далее по тексту — в «стандартах»).

4.2 Аппаратура

4.2.1 Структурная схема установки для определения скорости нарастания обратного напряжения должна соответствовать указанной на рисунке 1.



G — генератор импульсов напряжения; *PV* — импульсный вольтметр; *S* — переключатель; *VT* — испытуемый транзистор; *R*1— *R*3, R_k, $R_{бэ}$ — резисторы; *P* — осциллограф

Рисунок 1

4.2.2 Параметры импульсов на выходе генератора должны удовлетворять следующим требованиям (см. рисунок 2):

а) линейность фронта импульса должна быть в пределах ±10 %;

б) выбросы на вершине импульса должны быть не более 10 % его амплитудного значения;

в) амплитуда импульса должна определяться без учета выбросов;

г) длительность импульса t_u должна удовлетворять условию

$$t_u \geq 5 \cdot t_{нр}; \quad (1)$$

д) длительность импульса и скважность указывают в стандартах или технических условиях на транзисторы.

4.2.3 Допускается одновременное измерение значений величин $I_{э,и}$ и $t_{нр}$ с помощью двух осциллографов (без переключателя *S*).

4.2.4 Время нарастания переходной характеристики осциллографа не должно быть более $0{,}2 \cdot t_{нр}$.

4.2.5 Допускается измерение времени нарастания $t_{нр}$ с помощью измерителя временных интервалов.

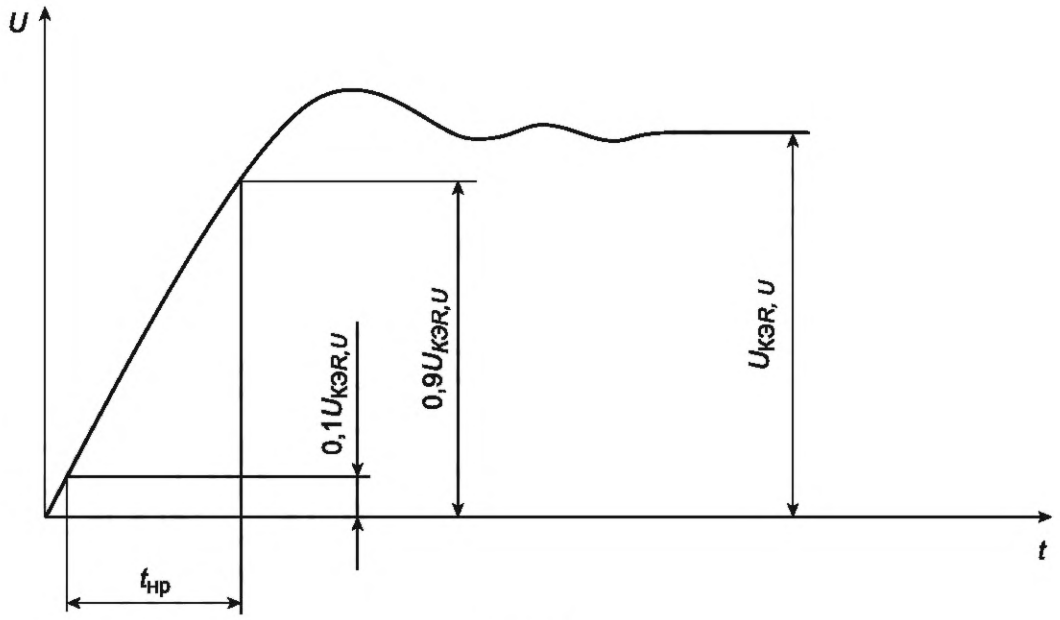


Рисунок 2

4.2.6 Основные элементы схемы должны удовлетворять следующим требованиям.

4.2.6.1 Суммарное сопротивление резисторов $R1$ и $R2$ должно удовлетворять условию

$$R1+R2 \geq 10\frac{U_{кэ0гр}}{I}, \quad (2)$$

где $U_{кэ0гр}$ — граничное напряжение испытуемых транзисторов, I = 0,02 А.

4.2.6.2 Делитель напряжения, состоящий из резисторов $R1$ и $R2$, должен быть частотно-компенсированным.

4.2.6.3 Значения сопротивлений резисторов $R2$ и $R3$ должны быть меньше или равны $0{,}02 \cdot R_{вх}$, где $R_{вх}$ — входное сопротивление осциллографа.

4.2.6.4 Сопротивление резистора $R3$ должно быть в 10 раз меньше сопротивления резистора $R_{бэ}$.

4.2.6.5 Допускаемое отклонение сопротивления резистора $R3$ должно находиться в пределах ±1 %.

4.2.6.6 Индуктивность цепи, в которой протекают импульсные токи коллектора и эмиттера, определяют расчетным путем

$$L \leq \frac{t_{нр} R_k}{5}. \quad (3)$$

4.2.6.7 Емкости контактного устройства для подключения в измерительную схему испытуемого транзистора должны удовлетворять соотношению

$$C \leq \frac{t_{нр}}{10 R_k}. \quad (4)$$

Имеются в виду емкости коллекторной, базовой и эмиттерной клемм относительно корпуса.

4.2.6.8 Относительная погрешность задания амплитудного значения импульса тока эмиттера при открытом состоянии транзистора должна быть в пределах ±10 %.

4.2.6.9 Относительная погрешность установки уровней отсчета времени нарастания должна находиться в пределах ±3 % по отношению к амплитудному значению импульса.

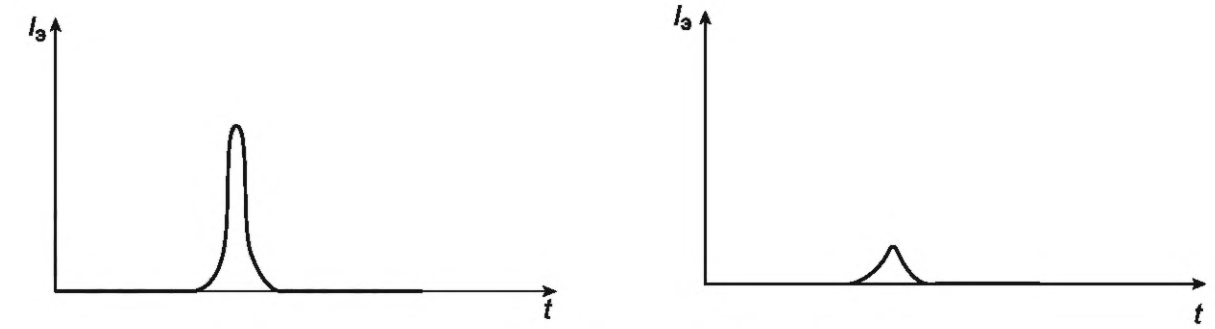
4.2.7 Относительная погрешность задания времени нарастания обратного напряжения должна быть в пределах ±10 %.

4.3 Подготовка и проведение измерения

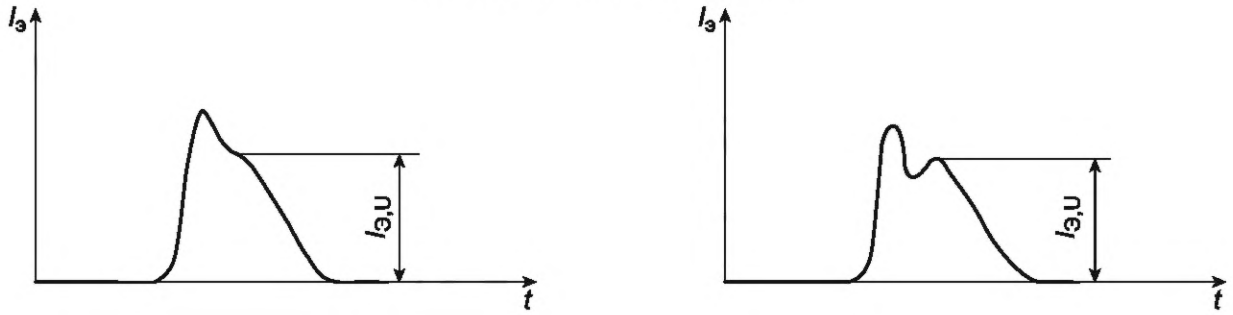
4.3.1 Транзистор подключают к измерительной установке.

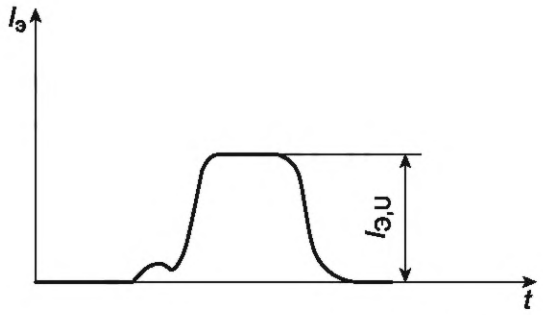
4.3.2 Устанавливают переключатель *S* в положение 1.

4.3.3 Устанавливают генератором *G* заданное амплитудное значение импульса тока эмиттера. При этом осциллограмма тока эмиттера должна соответствовать рисунку 3 (для открытого состояния транзистора).



а) Закрытое состояние транзистора





б) Открытое состояние транзистора

Рисунок 3

4.3.4 Измеряют амплитудное значение импульса обратного напряжения вольтметром *PV*.

4.3.5 Устанавливают переключатель *S* в положение 2 и осциллографом *P* измеряют время нарастания обратного напряжения.

4.4 Обработка результатов измерения

Скорость нарастания обратного напряжения определяется из соотношения

$$\frac{dU_{КЭ}}{dt} = \frac{U_{КЭR,U}}{t_{нр}}, \quad (5)$$

где $U_{КЭR,U}$ — напряжение импульса (рисунок 2).

4.5 Показатели точности измерения

Относительная погрешность измерительной установки для определения скорости нарастания обратного напряжения должна находиться в пределах ±15 % конечного предела и в пределах ±20 % измеряемого значения в начале рабочего участка.

5 Метод измерения скорости нарастания обратного напряжения с помощью импульсного напряжения с фиксированной амплитудой и переменным временем нарастания

5.1 Принцип и условия измерения

5.1.1 Скорость нарастания обратного напряжения определяют по результатам измерения времени нарастания обратного напряжения при известной амплитуде импульса обратного напряжения.

5.1.2 Полярность включения генератора импульсов и вольтметра — в соответствии с 4.1.2.

5.1.3 Амплитудные значения импульса напряжения $U_{кэр,u}$ и импульса тока эмиттера при открытом состоянии транзистора $I_{э,u}$, а также значения сопротивлений резисторов R_k и $R_{бэ}$ указывают в стандартах или технических условиях на испытуемые транзисторы.

5.2 Аппаратура

5.2.1 Структурная схема установки для определения скорости нарастания обратного напряжения должна соответствовать указанной на рисунке 1.

5.2.2 Требования к параметрам импульсов на выходе генератора должны соответствовать указанным в 4.2.2.

5.2.3 Время нарастания импульсов должно регулироваться.

5.2.4 Допускается одновременное измерение значений величин $t_{нр}$ и $I_{э,u}$ с помощью двух осциллографов (без переключателя *S*).

5.2.5 Время нарастания переходной характеристики осциллографа должно быть не более $0{,}2 \cdot t_{нрmin}$, где $t_{нрmin}$ — наименьшая длительность времени нарастания импульса, обеспечиваемая на данной установке.

5.2.6 Допускается измерение времени нарастания $t_{нр}$ с помощью измерителя временных интервалов.

5.2.7 Требования к элементам схемы должны соответствовать указанным в 4.2.6.

5.2.8 Относительная погрешность задания амплитудного значения обратного напряжения должна быть в пределах ±10 %.

5.3 Подготовка и проведение измерения

5.3.1 Транзистор подключают к измерительной установке.

5.3.2 Устанавливают переключатель *S* в положение 1.

5.3.3 Увеличивают время нарастания импульса до значения, наибольшего для данного генератора.

5.3.4 Устанавливают генератором *G* по шкале вольтметра *PV* амплитудное значение импульса обратного напряжения.

5.3.5 Устанавливают генератором *G* путем уменьшения времени нарастания обратного напряжения заданное амплитудное значение импульса тока эмиттера. При этом осциллограмма тока эмиттера должна соответствовать рисунку 3 (для открытого состояния транзистора).

5.3.6 Устанавливают переключатель *S* в положение 2 и осциллографом *P* измеряют время нарастания обратного напряжения.

5.4 Обработка результатов измерения

Скорость нарастания обратного напряжения определяют в соответствии с формулой (5).

5.5 Показатели точности измерения

Требования к основной погрешности измерительной установки для определения скорости нарастания обратного напряжения должны соответствовать указанным в 4.5.

УДК 621.382.3.083:006.354

ОКС 17.080
17.220.20
31.080

Ключевые слова: транзисторы биполярные мощные высоковольтные, скорость нарастания обратного напряжения

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 28.06.2024. Подписано в печать 08.07.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,87.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru