

15
Ш-36



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Бела Шебештьен

1411

ИСПЫТАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ СВОЙСТВ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ
В ФЕРРИТ-ДИОДНЫХ СХЕМАХ

Дубна 1963

Бела Шебештьен

1411

ИСПЫТАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ СВОЙСТВ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ
В ФЕРРИТ-ДИОДНЫХ СХЕМАХ

Объединенный институт
ядерных исследований
Библиотека

Дубна 1963

2122/3 18

1. Обозначения

D_k - средний диаметр ферритового кольца	см
S - площадь прямоугольного сечения кольца	см ²
t - время	мксек
τ - время перемagnичивания	мксек
u - мгновенное значение напряжения	в
\bar{u} - среднее значение напряжения импульса	в
ΔB - изменение плотности потока при полном переключении сердечника	гс
R - сопротивление	ом
\bar{i} - среднее значение тока	а
H - мгновенное значение напряженности магнитного поля	э
\bar{H} - среднее значение напряженности магнитного поля	э
H_0 - динамическая коэрцитивная сила	э
S_w - коэффициент переключения сердечника	э.мксек
w - число витков	

2. Соотношение между временем переключения и напряжением на клеммах ферритового элемента

Ферритовые элементы с прямоугольной петлей гистерезиса в общем случае перемагничиваются из одного устойчивого состояния в другое либо импульсом постоянного тока, либо импульсом постоянного напряжения. В обоих случаях действительно следующее соотношение:

$$\int_0^{\tau} u dt = w \cdot S \cdot \Delta B \cdot 10^{-2}, \quad (1)$$

или, записывая иначе:

$$\tau \left(\frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} u dt \right) = \tau \bar{u} = w \cdot S \cdot \Delta B \cdot 10^{-2}, \quad (2)$$

откуда получим, что

$$\tau = \frac{w \cdot S \cdot \Delta B}{\bar{u}} \cdot 10^{-2}. \quad (3)$$

В случае определенного элемента величина $(w \cdot S \cdot \Delta B)$ является постоянной, и, таким образом, время переключения зависит только от \bar{u} .

В случае источника с импульсом постоянного напряжения время переключения

получается тем меньше, чем больше напряжение на клеммах ферритового элемента приближается к напряжению импульса.

В том случае, когда ферритовый элемент подключается на генератор непосредственно, напряжение на его клеммах, естественно, равно напряжению источника. Но в большинстве случаев последовательно с ферритовыми элементами включаются другие элементы, и напряжение, падающее на этих элементах, вычитается из напряжения источника.

Интеграл по времени падения напряжения на последовательных элементах является площадью напряжения - времени, которая вычитается из интеграла выражения (2), и вследствие этого уменьшается среднее значение напряжения. Поэтому в случае заданного напряжения импульса время переключения нарастает. Одна из основных проблем в ферритовых схемах состоит в том, чтобы довести до минимума эти потери площадей.

3. Потери площадей, вызванные переключающими диодами

Неправильный выбор переключающих диодов может явиться причиной значительных потерь площадей напряжения-времени в феррит-диодных схемах, и поэтому важно знание импульсных свойств диодов в прямом направлении.

Как известно из литературы, импульсные свойства диодов в прямом направлении характеризуются следующими параметрами:

- 1) прямым сопротивлением в момент включения,
- 2) установившимся прямым сопротивлением,
- 3) временем установления прямого сопротивления.

Эти параметры измеряются с применением источника импульса постоянного тока. Использование этих данных при расчете потерь площадей в тех случаях, когда ферритовые элементы перемагничиваются импульсом постоянного напряжения, приводит к усложнению расчетов, поэтому является целесообразным введение такого параметра на потерю площади, который имеет непосредственную связь с заданной задачей.

Пусть площадь импульса постоянного напряжения S_{Γ} , а потеря площади на диоде - S_D . Для характеристики диода можно ввести отношение

$$\kappa = \frac{S_D}{S_{\Gamma}}, \quad (4)$$

которое представляет собой относительную меру потери площади, вызванной диодом. Но κ является параметром, который зависит от свойств схемы, содержащей диод.

Знание величины κ будет полезным только в том случае, если измерение κ связано со свойствами феррит-диодной схемы, в которой применяется диод. Эту связь можно осуществить с помощью эквивалентной схемы ферритового элемента.

4. Эквивалентная схема ферритового элемента

Во время измерения величины κ предполагается, что характеристики применяемого ферритового элемента известны (S , D_k , S_w , H_0 , ΔB и τ). На основании соотношения, известного из литературы [1/],

$$\left(\frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} H dt - H_0\right) \tau = (\bar{H} - H_0) \tau = S_w, \quad (5)$$

с одной стороны, можно рассчитать среднее значение тока, проходящего во время переключения, равное

$$\bar{i} = \frac{2,5 D_k}{w} \left[\frac{S_w}{\tau} + H_0 \right], \quad (6)$$

а, с другой стороны, из соотношения (3) получим среднее значение напряжения, появляющегося на клеммах ферритового элемента

$$\bar{u} = \frac{w \cdot S \cdot \Delta B}{\tau} 10^{-2}. \quad (7)$$

Из соотношений (6) и (7) можно дать определение эквивалентного сопротивления ферритового элемента R_0 . Получим, что

$$R_0 = \frac{w^2 \cdot S \cdot \Delta B \cdot 10^{-2}}{2,5 \cdot D_k [S_w + H_0 \tau]} \quad (8)$$

Выражение (8) можно преобразовать следующим образом:

$$R_0 = \frac{w^2 \cdot S \cdot \Delta B}{2,5 \cdot D_k \cdot S_w} \left(1 - \frac{H_0}{H}\right) 10^{-2}. \quad (9)$$

Видно, что значение эквивалентного сопротивления зависит от $\frac{H_0}{H}$. При предельном переходе $\left(\frac{H_0}{H}\right) \rightarrow 0$ получим величину, характеризующую ферритовый элемент:

$$R_{\Phi} = \lim_{\left(\frac{H_0}{H}\right) \rightarrow 0} R_0 = \frac{w^2 \cdot S \cdot \Delta B \cdot 10^{-2}}{2,5 \cdot D_k \cdot S_w} \quad (10)$$

Из сказанного следует, что ферритовый элемент можно заменить сопротивлением, величина которого равна R_0 и на клеммы которого за время τ подано напряжение \bar{u} , определяемое соотношением (7). В случае $\bar{H} \gg H_0$ можно пользоваться приближением $R_0 = R_{\Phi}$.

Потеря площади в реальных условиях может быть получена с хорошим приближением, если диод испытывать по измерительной схеме, показанной на рис. 1. Последо-

вательно с диодом включено омическое сопротивление R , значение которого выбрано так, что $R = R_0$. Длительность импульса равна τ , а величина его может быть изменена так, что на сопротивлении R напряжение будет равно $\approx \bar{u}$. При установлении этого напряжения не требуется точности, большей ± 10 процентов, потому что в этих пределах отношение S_D/S_Γ меняется незначительно.

Измерения \bar{u} (то есть площади под кривыми напряжения) можно легко произвести с помощью двухлучевого осциллографа. На рис. 2 показаны кривые, полученные в результате такого измерения. На рис. 2а показана форма импульса генератора, на рис. 2б - падающее на диоде напряжение и на рис. 2в - обе кривых вместе. Значение κ можно получить планиметрированием площадей под кривыми а) и б). Масштабы рисунка 2 и 3:

1 вертикальное деление = 4 в,

1 горизонтальное деление = 0,5 мксек.

Величина эквивалентного сопротивления $R = 17$ ом. Расчет площадей с помощью координатной сети осциллографа удовлетворяет практическим требованиям. Из кривых 2-го рисунка было получено значение $\kappa = 0,26$.

На рис. 3 показан ряд осциллограмм напряжений на диодах в прямом направлении. При измерениях импульсное напряжение генератора и величина сопротивления R были те же самые (рис. 2а и $R = 17$ ом).

В столбце А рис. 3 находятся кривые диодов, отличающихся большей потерей площади, в столбце Б - кривые диодов среднего сорта, а в столбце В - кривые для лучших экземпляров. На основании снимков рис. 2а и 3 можно рассчитать значение κ приведенных диодов.

Было проверено 302 экземпляра диодов разных типов. Результаты измерений сведены в таблицу 1.

	Количество	$\kappa \leq 0,2$
Д7А	185	17,7 %
Д7Б	20	0,0 %
Д7В	16	31,0 %
Д7Г	15	13,3 %
Д7Ж	15	13,3 %
Д7Ц (разные)	50	6,0 %

Данные таблицы 1 представляют некоторые сведения о возможностях диодов, но не позволяют делать общие заключения вследствие небольшого количества диодов.

Следует заметить, что в случае последовательного включения ферритовых элементов эквивалентную схему надо заменить суммой отдельных эквивалентных сопротивлений.

Л и т е р а т у р а

1. Ю.М. Шамаев, А.И. Пирогов, Т.Ф. Лисицын. Ферриты. Минск. Изд. АН БССР, 1960, стр. 623-636.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 сентября 1963 г.

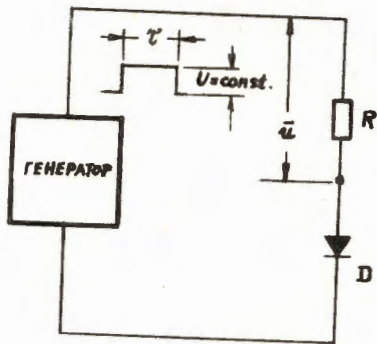


Рис. 1.

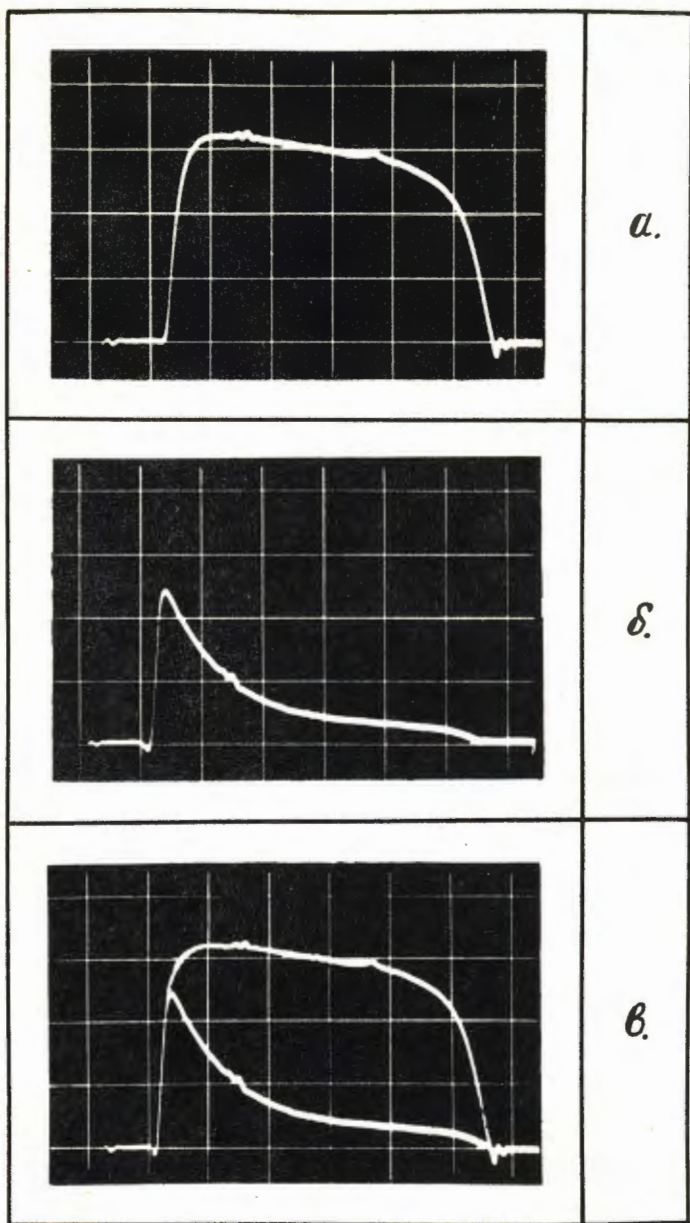


Рис. 2.

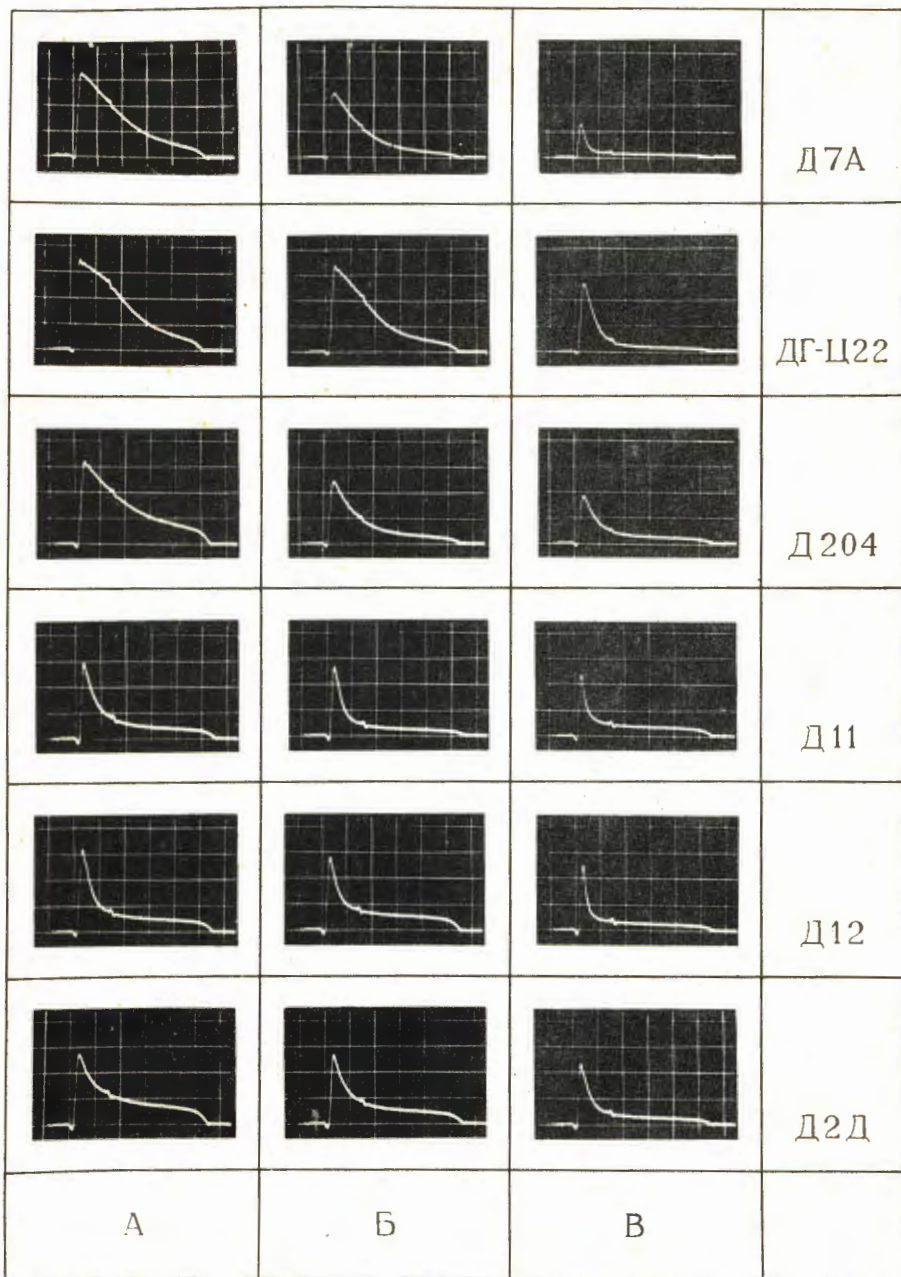


Рис. 3.