

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

9-87-172

О.В.Архипов, А.К.Красных, З.И.Смирнова

**ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР  
С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДВОЙНОЙ  
ФОРМИРУЮЩЕЙ ЛИНИЕЙ**

Направлено в Оргкомитет X Всесоюзного семинара по линейным ускорителям заряженных частиц, Харьков, июнь 1987 года.

**1987**

В работе <sup>1/1</sup> дано описание высоковольтного импульсного генератора, который использован в качестве модулятора линейного индукционного ускорителя ЛИУ. Формирующая часть генератора выполнена на базе двойной формирующей линии /ДФЛ/, а коммутатор в ней выполнен из одновиткового дросселя с насыщением.

В работе <sup>1/2</sup> приведена схема, которая также предназначена для возбуждения индукционной системы ЛИУ. В ней формирование импульса ускоряющего напряжения осуществляется с помощью модифицированной ДФЛ. В качестве коммутатора в этой схеме используется нелинейная линия с распределенными параметрами. Актуальность экспериментального исследования подобных схем формирования связана с тем, что они позволяют формировать мощные импульсы наносекундного диапазона с большими частотами повторения /единицы МГц/, обладают высокой надежностью и ресурсом работы.

В настоящей работе приведено описание модифицированной ДФЛ, формирующей на нагрузке  $75 \text{ Ом}$  импульс напряжением  $140 \text{ кВ}$ , фронтом  $5 \text{ нс}$  и длительностью плато  $10 \text{ нс}$ . В линии используются кольца  $K 180 \times 110 \times 20$  из феррита  $200\text{НН}$ .

Схема модифицированной ДФЛ и ее возбуждение показаны на рис. 1. В качестве задающей части  $1$  использовался импульсный трансформатор, который формировал на входе модифицированной ДФЛ импульс с амплитудой  $200 \text{ кВ}$  и током  $1 \text{ кА}$ . Время зарядки модифицированной ДФЛ -  $200 \text{ нс}$ .

Модифицированная ДФЛ имеет коаксиальную конструкцию. Наружный корпус  $3$  - внутренним диаметром  $240 \text{ мм}$ . Потенциальный электрод  $4$  выполнен в виде трубы, наружный диаметр которой  $110 \text{ мм}$ , внутренний -  $105 \text{ мм}$ . На него надеты  $50$  колец  $K 180 \times 110 \times 20 \text{ мм}^3$  из феррита марки  $200\text{НН}$ . Внутри электрода  $4$  помещен центральный электрод  $2$  диаметром  $43 \text{ мм}$ . С одной стороны ДФЛ электрод  $4$  короткозамкнут на корпус  $3$ , с другой - через развязывающий дроссель  $L_1$  и проходной конденсатор  $C_1$  подключен к импульсному трансформатору. Электрод  $2$  образует с электродом  $4$  линейный отрезок коаксиальной линии, разомкнутый с одного конца и нагруженный на  $R_n$  с другого. Дроссель  $L_2$ , подключенный параллельно  $R_n$ , предназначен для шунтирования нагрузки во время зарядки ДФЛ. Все полости ДФЛ заполнены трансформаторным маслом. С помощью блока размагничивания  $P$  обеспечивался выбор начальной рабочей точки на петле гистерезиса материала ферритовых колец.

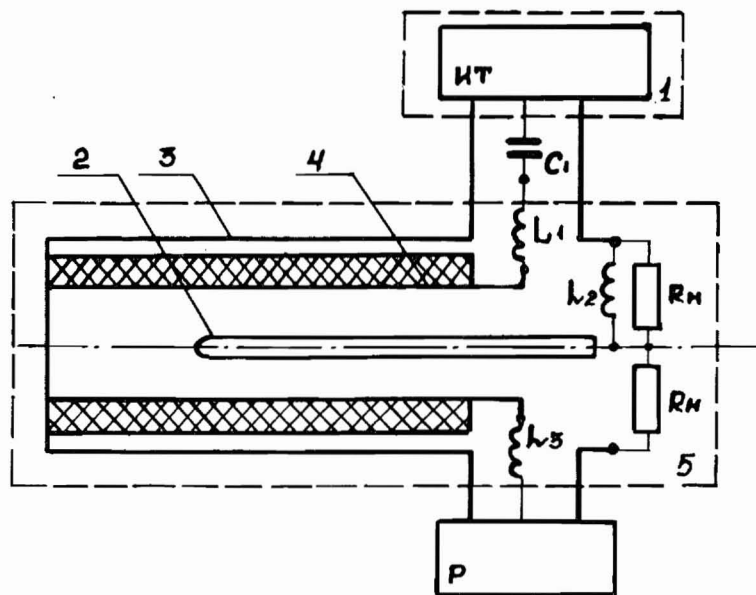


Рис. 1.

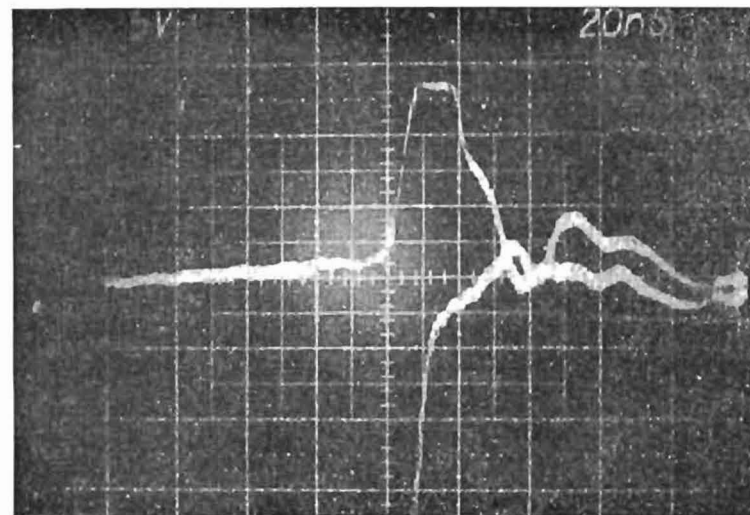
Дроссель  $L_3$  служит для развязки "быстрых" процессов при формировании рабочего импульса и "медленного" процесса в схеме.

Принцип работы модифицированной ДФЛ изложен в [2], поэтому ниже приведено краткое описание ее работы. В интервал времени 0-200 нс происходит зарядка распределительной емкости ДФЛ, которая, в основном, сосредоточена между электродами 3 и 4, 4 и 2. Принципиальным в этот промежуток времени является то, что скорость распространения волны по участку линии, содержащей ферритовые кольца, в несколько раз медленнее, чем в линии, заполненной трансформаторным маслом. По мере распространения волны по линии с ферритовыми кольцами формируется ударная электромагнитная волна, которая медленно распространяется в сторону короткозамкнутой части линии. Параметры в этой линии подобраны так, что в момент времени, когда фронт в нелинейной линии достигает короткозамкнутой части, большая часть электромагнитной энергии сосредоточена в ДФЛ. Формирование импульса начинается в момент появления волны, отраженной от короткозамкнутой части линии. В эти моменты времени ДФЛ ведет себя практически как линейная линия.

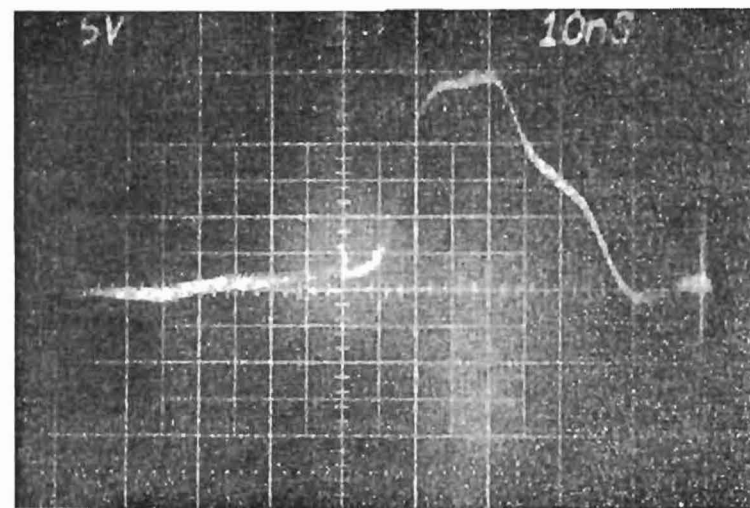
Параметры схемы выбраны из следующих соображений. Индуктивность  $L_1 > \ell L_0 = 5 \text{ мкГ}$ , где  $\ell$  - геометрическая длина ДФЛ, а  $L_0$  - ее погонная индуктивность без учета намагниченных колец. Конденсатор  $C_1 = 0,025 \text{ мкФ}$  служит для развязки цепей размагничивания соответственно импульсного трансформатора и ДФЛ. Паде-

ние напряжения на  $C_1$  во время зарядки не превышает 5% от амплитуды зарядного напряжения. Индуктивность  $L_2 = 16 \text{ мкГ}$  шунтирует  $R_n$  во время зарядки ДФЛ и практически не влияет на формирование импульса наносекундной длительности. Индуктивность  $L_3 = 600 \text{ мкГ}$  практически не влияет на "быстрые" процессы в схеме.

На рис.2а приведена совмещенная осциллограмма импульса на нагрузке  $R_n = 75 \text{ Ом}$  и зарядного напряжения в точке А. Амплиту-



а.



б.

Рис. 2.

да напряжения на нагрузке 140 кВ ограничена пробоем по поверхности в месте запитки ДФЛ /несовершенство конструкции в этом месте/. Из осциллограммы 2б видно, что длительность фронта рабочего импульса составляет около 5 нс, плато - около 10 нс. Генератор предназначен для получения сильноточного электронного пучка наносекундного диапазона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Birx D.L. et al. In: 3rd IEEE Internal. Pulsed Power Confer., Albuquerque, New-Mexico, 1981, p.262.
2. Долбилов Г.В., Красных А.К., Разувакин В.Н. ПТЭ, 1984, №4, с.26.

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 марта 1987 года.

Архипов О.В., Красных А.К., Смирнова З.И.  
Высоковольтный импульсный генератор  
с модифицированной двойной формирующей линией

9-87-172

Описывается конструкция и приводятся экспериментальные результаты, полученные при исследовании высоковольтного импульсного генератора, формирующая часть которого выполнена на базе модифицированной двойной формирующей линии. В задающей части генератора использовался повышающий импульсный трансформатор, обеспечивающий перепад напряжений 180-200 кВ, тока 1 кА и фронт импульса 200 нс. В формирующей части генератора одно плечо - линия с ферритовыми кольцами К 180x110x20, короткозамкнутая на конце, другое плечо - обычная коаксиальная линия. На согласованной нагрузке  $R = 75 \text{ Ом}$  получен импульс напряжением 140-150 кВ с фронтом нарастания 5 нс и длительностью плато около 10 нс. Генератор предназначен для получения сильноточных пучков наносекундного диапазона длительностей.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

#### Перевод О.С.Виноградовой

Arkhipov O.V., Krasnykh A.K., Smirnova Z.I.  
High Voltage Pulsed Generator with a Modified Double  
Forming Line

9-87-172

The construction and experimental results obtained when investigating the high voltage pulsed generator are described. The pulse forming line of the generator is performed on the base of a modified double forming line. In the beginning part of the generator step-up pulsed transformer is used which provides the voltage pulse with 180-200 kV amplitude, 1 kA current and the front of 200 ns. The one part of pulse forming line of generator is a coaxial line filled ferrite cores K 180x110x20 shortly connected on the end, another part is a common coaxial line. On the matched load  $R = 75 \text{ Ohm}$  the pulse of 140-150 kV, front approximately 5 ns and flat of 10 ns are achieved. The generator is intended for production of high current nanosecond e-beams.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987