

5/1-a-

**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

5089/83

13-83-453

**В.Д.Аксиненко, В.Д.Володин, Н.С.Глаголева,
Е.А.Дементьев, Н.И.Каминский, А.Т.Матюшин,
В.Т.Матюшин, Н.Н.Нургожин, В.Н.Ряховский,
Э.А.Шевченко**

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ
ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ГЕНЕРАТОРА
ДВУХМЕТРОВОЙ СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЫ**

1983

После запуска на синхрофазотроне стримерной камеры СКМ-200/1/ /1972-1973 г.г./ с генератором наносекундных высоковольтных импульсов/2/, обеспечившим достаточно высокую стабильность амплитуды и задержки импульса /соответственно 1-1,5% и \approx 2%/, основное внимание было обращено на оптимизацию его узлов с целью увеличения времени бесперебойной работы генератора в сеансах облучения камеры.

Генератор/2/ состоит из 10-ступенчатого генератора импульсных напряжений /ГИН/, зарядной индуктивности L_3 и двойной формирующей линии /ДФЛ/ с двухэлектродным газовым разрядником. Отличительными его особенностями являлись применение охранных колец для защиты конденсаторов ГИН от перенапряжений и стабилизация поджига разрядника ДФЛ при ее импульсном заряде с помощью кольцевых выступов высотой 0,5 мм на отрицательном электроде разрядника. В генераторе были использованы конденсаторы емкостью 0,06 мкФ от ГИН 400-0,06/5. Являясь эффективной мерой защиты конденсаторов, охранные кольца в данной конструкции /размещение на общих изоляционных штангах/ увеличили вероятность пробоя по изоляции между разнополярными кольцами при заряде ГИН. Поэтому далее была разработана схема с защитным соленоидом/3/, при этом одновременно была снижена емкость конденсаторов ГИН до 20 нФ с целью более полного согласования в тракте ГИН - ДФЛ. Кроме того, для ГИН были разработаны и установлены секционированные разрядники/4/, позволяющие улучшить технологичность сборки конструкции и надежность ее работы.

Рабочее положение ГИН горизонтальное, конденсаторы удерживались между полками из оргстекла при стягивании всех полок общими шпильками.

Для более свободного размещения конденсаторов между полками "этажерки" ГИН были установлены втулки и удерживающие шпильки из оргстекла. Амплитуда напряжения на емкости ДФЛ, образующей с зарядной индуктивностью и емкостью ГИН "в ударе" контур ударного возбуждения, зависит от соотношения между временем фронта нарастания напряжения ГИН и собственной частотой контура. Время заряда ДФЛ, задающее в основном задержку в формировании высоковольтного импульса, определяется полупериодом этой частоты и снижается с ее ростом, но при этом падает амплитуда импульса. Время срабатывания ГИН \sim 60 нс. Расчеты/5/ показали, что величина зарядной индуктивности \sim 20 мкГн оптимальна: потери напряжения из-за конечности крутизны фронта нарастания напряжения ГИН составляют \sim 5%, а задержки - \sim 380 нс. Конструкция секции индуктивности ясна из рис.1.

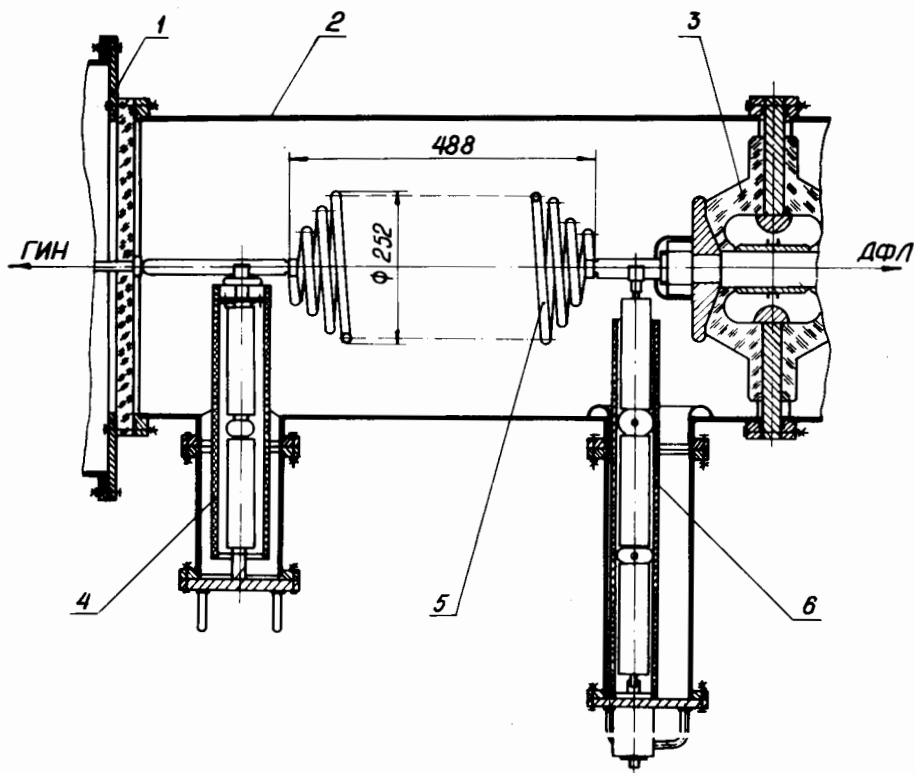


Рис.1. Конструкция секции зарядной индуктивности: 1 - фланец корпуса ГИН, 2 - кожух, 3 - разрядник ДФЛ, 4- демпфер, 5 - зарядная индуктивность, 6 - делитель напряжения.

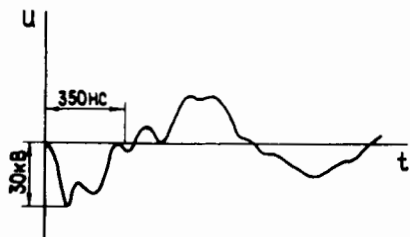


Рис.2. Осциллограмма напряжения на выходе генератора при заряде ДФЛ /без срабатывания разрядника ДФЛ/.

Зарядная индуктивность представляет собой соленоид /длина - 488 мм, диаметр - 252 мм, 17 витков/, намотанный из медной трубки диаметром 10 мм, помещенный в кожух /2/ с трансформаторным маслом. Замеренное значение величины L_3 в кожухе $\sim 22,6$ мкГн. Стабильность амплитуды и задержки высоковольтного импульса зависит

от точного выбора давления газа в разряднике ДФЛ. Омический делитель напряжения /6/, рис.1, на входе ДФЛ позволил наблюдать процесс заряда линии и более точно настраивать разрядник на максимум напряжения при минимальной нестабильности амплитуды и задержки.

Делитель, включенный на выходе ДФЛ, обеспечивает наблюдение предимпульса напряжения /рис.2/, который, как показано в работе /6/, может влиять на формирование стримерного следа. Разрядник ДФЛ должен срабатывать в момент перехода первой полуволны предимпульса через ноль ~ 380 нс/, в это время на линии - максимум напряжения. Колебания более высокой частоты на предимпульсе объясняются наличием паразитной емкости между ГИН, зарядной индуктивностью и кожухом ~ 200 пФ/.

В процессе испытаний генератора выбрана, как близкая к оптимальной, величина зазора коаксиального разрядника ДФЛ ~ 14 мм /диаметр внутреннего электрода - 92 мм, внешнего - 120 мм/ для рабочего режима стримерной камеры, наполняемой неоном при атмосферном давлении /межэлектродный зазор в камере составляет 30 см/. Давление элегаза в разряднике $\sim 1,1$ МПа, при этом зарядное напряжение ГИН ~ 50 кВ, общая величина потерь напряжения $\sim 50\%$. Увеличение зазора при соответствующем изменении давления /16 мм, 0,5 МПа/ приводит к некоторому росту потерь напряжения, уменьшение /9 мм, 2,2 МПа/ увеличивает нестабильность амплитуды импульса.

В результате этих работ генератор со стримерной камерой к настоящему времени обеспечил ~ 160 тысяч срабатываний. При этом пока не наблюдается характерных признаков интенсивного процесса разрушения конденсаторов ГИН.

Общий вид генератора дан на рис.3. Следует отметить, что избыточная энергия, остающаяся в конденсаторах ГИН после заряда ДФЛ, если емкость ГИН в "ударе" существенно превышает емкость нагрузки, рассеивается в колебательном процессе, при этом конденсаторы ГИН несколько раз подвергаются перезарядке напряжением с затухающей амплитудой. Перезарядка конденсаторов может являться дополнительной причиной их преждевременного выхода из строя. Поэтому была предпринята попытка демпфирования колебательного процесса ГИН- L_3 с помощью резисторов типа ТВ0-60, включенных на выходе ГИН. Испытания показали, что резисторы быстро разрушаются в этих условиях импульсами тока величиной ~ 40 А /2 последовательно соединенных резистора типа ТВ0-60 по 7,5 кОм/. Такие величины токов недостаточны для демпфирования, и более перспективным путем является согласование импедансов ГИН и нагрузки /7/, кроме того, после уменьшения емкостей /с 60 нФ до 20 нФ/ в ГИН доля избыточной энергии снизилась с 63% до 23%. Такой уровень избыточной энергии, судя по опыту работы генератора, является допустимым.

Для делителей напряжения были использованы 3 последовательно соединенных резистора также типа ТВ0-60 /результатирующая величина

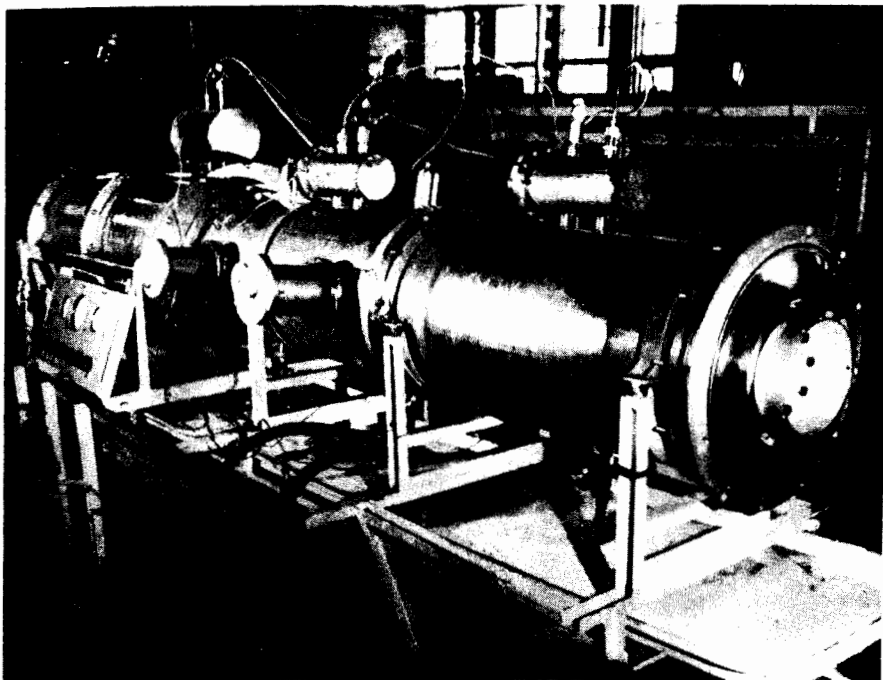


Рис.3. Общий вид генератора.

сопротивления ~ 80 кОм/. При этом ток через делитель в импульсе не превышал 10 А, но первый и частично второй резисторы разрушались после нескольких тысяч срабатываний генератора. Учитывая, что первый резистор находится в резко неоднородном электрическом поле большой величины ~ 175 кВ/см в точке подключения делителя к ДФЛ/, основной причиной его разрушения, по-видимому, следует считать, повреждения керамического корпуса под воздействием электрического поля.

В заключение авторы выражают благодарность Г.Ф.Акимовой, А.А.Верещагину, В.Я.Рубцову за помощь при наладке узлов генератора, С.А.Щелеву, И.Ф.Фурсову, Е.А.Матюшевскому, Б.К.Курятникову за содействие в проведении работы.

Авторы признательны М.Г.Мещерякову за поддержку и постоянное внимание к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vardenga J.L. et al. In: Proc. Int.Conf. on Instr. for High Energy Phys., Frascati, Italy, 1973, p.157.

2. Глаголева Н.С. и др. ОИЯИ, 13-7792, Дубна, 1974; ПТЭ, 1975, № 5, с.99.
3. Володин В.Д. и др. ОИЯИ, Р13-10599, Дубна, 1977; ПТЭ, 1978, № 5, с.121; Авт. свид. СССР № 553733. Бюлл. ОИПОТЗ, 1977, № 13, с.214.
4. Аксиненко В.Д. и др. ОИЯИ, Р13-83-184, Дубна, 1983.
5. Аксиненко В.Д. и др. ОИЯИ, Б1-13-10674, Дубна, 1977.
6. Аксиненко В.Д. и др. ОИЯИ, 13-83-436, Дубна, 1983.
7. Аксиненко В.Д. и др. ОИЯИ, 13-83-37, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 июня 1983 года.

Аксиненко В.Д. и др.

13-83-453

Повышение надежности работы высоковольтного генератора двухметровой стримерной камеры

Приведены результаты усовершенствования основных узлов высоковольтного генератора для питания стримерной камеры. Разработан и применен секционированный разрядник в генераторе импульсных напряжений /ГИН/, позволяющий улучшить технологичность его сборки и повысить надежность в работе. Усовершенствовано крепление конденсаторов в ГИН и снижена их емкость с 60 до 20 нФ с целью улучшения согласования ГИН и ДФЛ. Оптимизирована конструкция зарядной индуктивности. Экспериментально определена величина зазора разрядника ДФЛ, обеспечивающего высокую стабильность амплитуды импульса при меньших потерях напряжения. Данный генератор к настоящему времени совместно со стримерной камерой обеспечил 160 тысяч срабатываний.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий и в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Aksinenko V.D. et al.

13-83-453

Increasing of the Operation Reliability of Two-Meter Streamer Chamber High Voltage Generator

Some results of improvement of main units of a high voltage generator for supplying the streamer chamber in order to improve its reliability are presented. Section spark gap commutator is developed and applied in the high voltage pulse generator (HVPQ), which permits to improve its reliability. Mounting of condensers in HVPQ has been improved and their volume has been diminished from 60 nF upto 20 nF. The design and value of charge inductance have been optimized. The value of spark gap of double forming line (DFL) commutator is determined, which provides a high reliability of pulse amplitude for minor losses of voltage. The generator of improved design together with the streamer chamber has provided 160000 responses to date.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies and at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой