

B-68

2842/2-77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



25/VI-77

P13 - 10599

В.Д.Володин, Н.С.Глаголева, Н.И.Каминский,  
А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ГЕНЕРАТОР  
ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ  
С ЗАЩИТНЫМ СОЛЕНОИДОМ

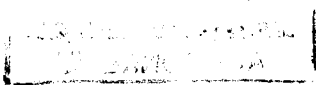
1977

P13 - 10599

В.Д.Володин, Н.С.Глаголева, Н.И.Каминский,  
А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин

**ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ГЕНЕРАТОР  
ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ  
С ЗАЩИТНЫМ СОЛЕНОИДОМ**

*Направлено в ПТЭ*



Володин В.Д. и др.

P13 - 10599

Высоковольтный генератор импульсных напряжений  
с защитным соленоидом

Предложен генератор импульсных напряжений с соленоидом для защиты конденсаторов от импульсных перенапряжений. Защитный соленоид является частью электрической схемы генератора, собранного по схеме Аркадьева-Маркса, и окружает генератор по всей его длине. Генератор используется в системе питания двухметровой стримерной камеры ОИЯИ и рассчитан на выходное напряжение ~600 кВ.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Volodin V.D. et al.

P13 - 10599

High-Voltage Generator of Impulse Voltage with  
Protective Solenoid

A type of impulse voltage generator is suggested to protect the condenser from the impulse overvoltage. The protective solenoid is a part of the electric circuit of the generator, designed according to the Arkadiev-Marx scheme, and surrounds the generator along its entire length. The generator is used in the feeding system of a 2-metre streamer chamber of JINR and is intended for about 600 kV voltage.

The investigation have been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

В физических экспериментах широко применяются генераторы импульсных напряжений - ГИН, собранные по схеме Аркадьева-Маркса, где повышение напряжения в импульсе до 500 кВ и более достигается путем последовательной коммутации конденсаторов, предварительно заряженных от источника питания с напряжением 30-50 кВ. Подобные генераторы, в частности, используются в системах импульсного высоковольтного питания искровых и стримерных камер<sup>1/</sup>.

Одной из основных проблем при разработке таких генераторов является защита конденсаторов от значительных перенапряжений, возникающих на их обкладках при срабатывании ГИН, помещенного в заземленный кожух, и приводящих к выходу из строя емкостей тем быстрее, чем большую амплитуду и длительность высоковольтного импульса должен обеспечивать генератор, поскольку его выходное напряжение приложено между обкладками конденсатора и кожухом.

Эффективной мерой защиты конденсаторов служат "охранные" кольца, установленные по всей длине ГИН и электрически соединенные с соответствующими выводами емкостей<sup>2/</sup>. При этом выходное напряжение приложено между последним кольцом и кожухом, а конденсаторы экранированы кольцами. Однако в этом случае увеличивается вероятность пробоя по изоляции между разнополярными кольцами при заряде генератора, усложняется его конструкция. Поэтому была разработана новая схема защиты конденсаторов, где вместо охранных колец установлен однослойный соленоид, соответствующие витки которого подсоединены к однополярным выводам зарядных емкостей.

На рис. 1 приведена принципиальная электрическая схема генератора, а на рис. 2 - эскиз конструкции. Из рисунков видно, что защитный соленоид одновременно является зарядной цепью конденсаторов, связанной обычно с заземленным корпусом и разрядной цепью генератора в "ударе" /при холостом ходе генератора/. Соленоид, в отличие от отдельных охранных колец, может быть легко снят или надет целиком поверх высоковольтной колонки ГИН, размеры которой определяют его диаметр и длину. Количество витков в секции последнего и диаметр провода выбираются, исходя из величины требуемой индуктивности, требований обеспечения межвитковой изоляции и снижения неравномерности электрического поля на самом проводе соленоида. Наиболее простой и легкий соленоид получается, если в качестве провода использовать тонкостенную металлическую трубку диаметром 8-12 мм. Методика расчета защитного соленоида изложена в работе <sup>3/</sup>.

В соответствии с <sup>3/</sup> для генератора <sup>2/</sup> двухметровой стримерной камеры был рассчитан и изготовлен соленоид, имеющий общую индуктивность величиной 264 мкГн с учетом экранирующего действия кожуха и защитного экрана. Общая длина соленоида ~ 1200 мм,

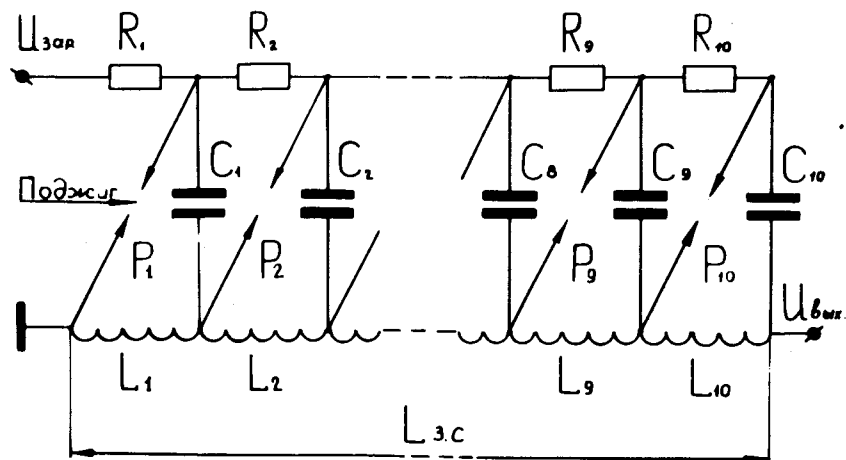


Рис. 1. Электрическая схема генератора импульсных напряжений с защитным соленоидом.

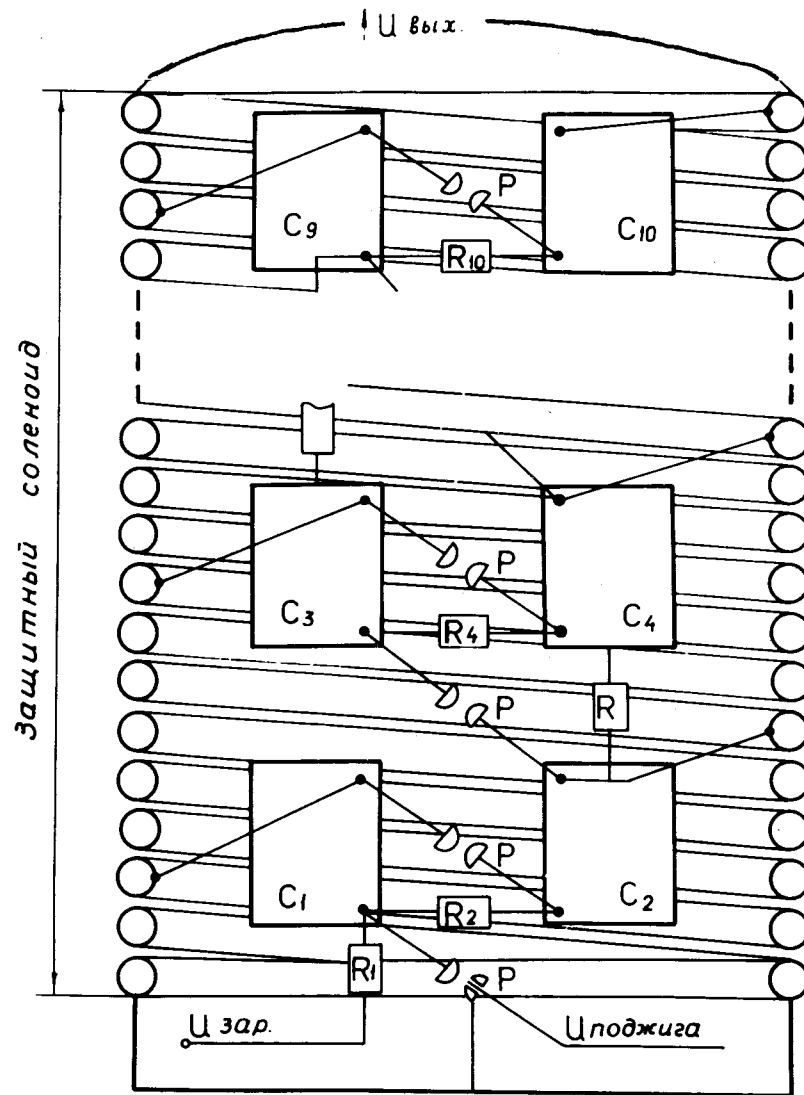


Рис. 2. Эскиз конструкции высоковольтного генератора с защитным соленоидом.  $C_1 \div C_{10}$  - конденсаторы от промышленного ГИН -  $500 \frac{5}{0,02}$ ,  $R_1 \div R_{10}$  - сопротивление типа ТВО-20 10 кОм,  $L_1 \div L_{10}$  - защитный соленоид / $L_1, L_2, \dots, L_{10} = 26,0$  мкГн/.

внутренний диаметр - 500 мм, общее число витков, выполненных из медной трубки  $\phi$  8 мм, - 60.

В системе питания двухметровой стримерной камеры ОИЯИ генератор с защитным соленоидом заряжает двойную формирующую линию /ДФЛ/ через зарядную индуктивность (L), при этом часть энергии и, соответственно, напряжение приходится на индуктивность соленоида. Эквивалентные электрические схемы заряда ДФЛ с соленоидом /1/ и без него /2/ и соответствующие зависимости выходного напряжения от времени изображения приведены на рис. 3. Из графиков рисунка видно, что потери напряжения в первом случае невелики, если частоты колебаний контура  $C_r - L_c$  в 4-5 раз ниже рабочей /ГИН-ДФЛ/ и составляют  $\sim 2\%$ , что много меньше потерь

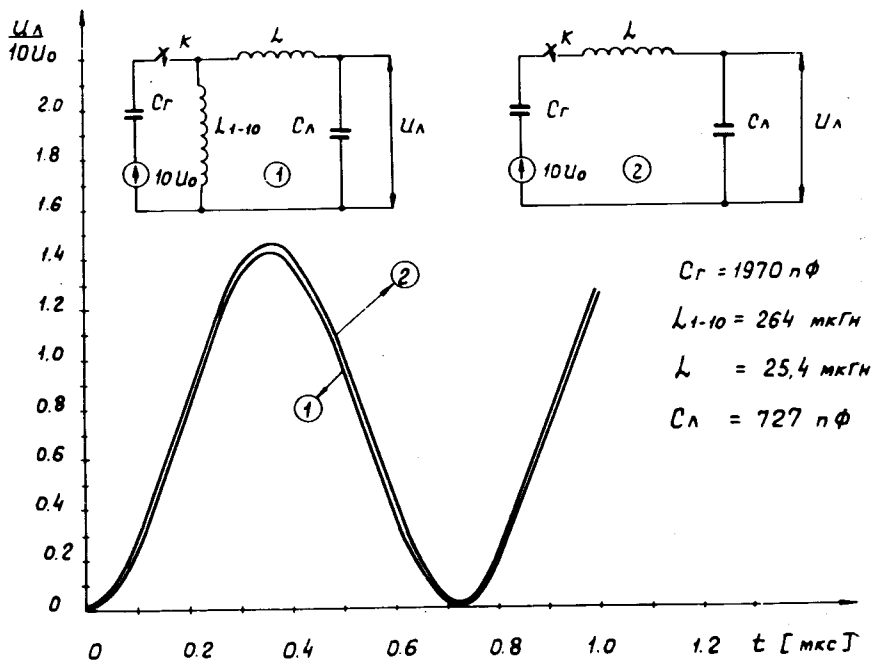


Рис. 3. Эквивалентные электрические схемы заряда емкости ( $C_L$ ) ДФЛ высоковольтным генератором ( $C_r$ ).

в разрядной цепи высоковольтного генератора  $\sim 20\% / \sqrt{3}$ . Эти результаты согласуются с экспериментальными данными, полученными на установке СКМ-200  $^{1/3}$ .

Защитный соленоид, кроме выполнения основной функции защиты, может являться также радиатором с увеличенной площадью теплоотвода в отличие от сопротивлений, имеющих небольшую поверхность. В процессе заряда и разряда ГИН на защитном соленоиде выделится значительная часть энергии, если активное сопротивление проводов будет достаточно велико. С этой целью соленоид лучше всего наматывать из трубки с большим удельным сопротивлением /например, из тонкостенных трубок, выполненных из нержавеющей стали X18H10T -  $\rho = 0,75 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  /.

Колебательный контур, образованный емкостью ГИН в "ударе" и индуктивностью соленоида, будет иметь большой декремент затухания, что облегчит условия работы конденсаторов при колебательном разряде ГИН.

Авторы выражают благодарность В.Д.Аксиненко, А.А.Верещагину, А.И.Завгороднему, И.В.Зайцеву, Б.К.Курятникову, Е.А.Матюшевскому, Ж.Ж.Мусульманбекову, Н.Н.Нургожину, В.Я.Рубцову, В.Н.Ряховскому за помощь на разных этапах работы.

#### Литература

1. Дайон М.И. и др. Искровая камера. Атомиздат, М., 1976.
2. Глаголева Н.С. и др. ОИЯИ, 13-7792, Дубна, 1974.
3. Аксиненко В.Д. и др. ОИЯИ, Б1-13-10674, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел 18 апреля 1977 года.