

# БЛОК ЗАКОРОТКИ ГЕНЕРАТОРОВ ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

В. В. Турутин, В. М. Мартынов

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

## Введение

В настоящее время в ИЯРФ РФЯЦ-ВНИИЭФ ведутся работы по созданию электрофизической установки «Гамма-4» [1–3].

Установка «Гамма-4» является сложным электрофизическим устройством, в состав которого входят четыре синхронно запускаемых идентичных модуля. Каждый модуль представляет собой импульсный сильноточный ускоритель электронов, построенный на базе двойной ступенчатой формирующей линии (ДСФЛ) с водяной изоляцией. Каждый модуль состоит из следующих основных электрофизических функциональных узлов: генераторов импульсного напряжения ГИН-1000 (2 шт.), ДСФЛ, предимпульсного коммутатора (ПК), водяной передающей линии (ВПЛ), ускорительной трубки (УТ), диода.

Генераторы ГИН-1000 (далее ГИН) предназначены для зарядки ДСФЛ ускорителя до напряжения 1 МВ за время ~860 нс. ГИН выполнен по схеме Аркадьева–Маркса. Электрическая принципиальная схема генератора ГИН представлена на рис. 1.

В состав ГИН входят две ветви по 12 каскадов умножения напряжения. Для снижения индуктивности ветви между собой соединены параллельно. Каждый каскад представляет собой два параллельно соединенных конденсатора  $C$  общей емкостью 0,8 мкФ, коммутируемых газонаполненным разрядником  $P1–P12$ . В первых трех каскадах стоят управляемые разрядники  $P1–P3$  триггерного типа. Управляющий высоковольтный импульс положительной полярности подается на пусковые электроды через резисторы  $R2$ . Конденсаторы каскадов заряжаются напряжением отрицательной полярности через резисторы  $R$ . Для предотвращения зарядки ДСФЛ модуля при срыве одного или нескольких разрядников ГИН в процессе его зарядки предусмотрена закоротка  $Q$ . Закоротка предназначена для коммутации выходной высоковольтной цепи  $XS1$  на заземленный корпус ГИН. Конструктивно закоротка расположена на крышке корпуса ГИН. В исходном состоянии высоковольтный вывод  $XS1$  закорочен на корпус ГИН. Высоковольтный вывод должен быть закорочен также при испытаниях ГИН на электропрочность и в процессе высоковольтной зарядки конденсаторов ГИН в рабочих включениях установки. Непосредственно перед рабочим пуском ГИН производится снятие закоротки с выхода ГИН.

Изначально управление закороткой ГИН осуществлялось только в ручном режиме, т. е. полностью

реализовать свое предназначение (снятие закоротки непосредственно перед рабочим пуском) она не могла, так как присутствие обслуживающего персонала в зоне проведения эксперимента запрещено. При управлении закороткой вручную ее снятие проводилось непосредственно перед началом проведения зарядки конденсаторов ГИН, что оставляло подключенным высоковольтный вывод ГИН постоянно к ДСФЛ.

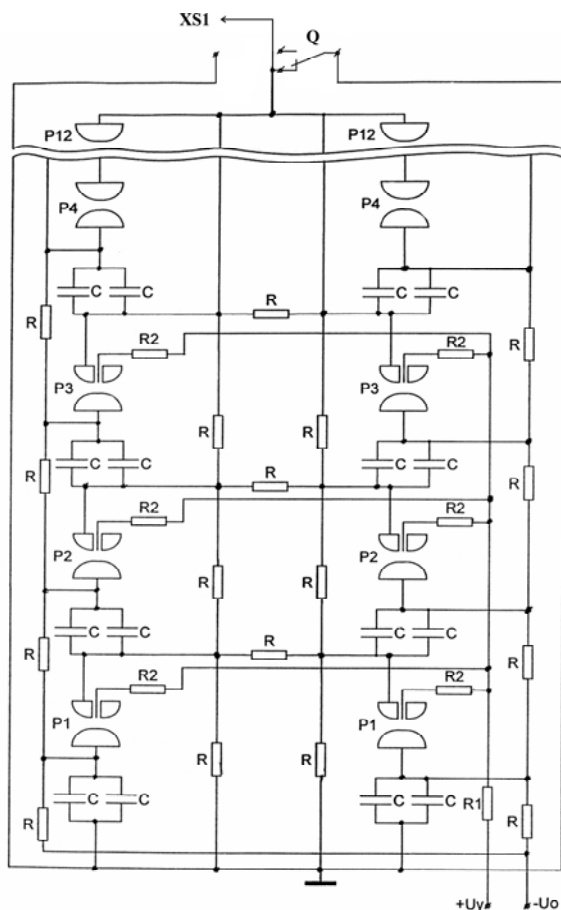


Рис. 1. Электрическая принципиальная схема генератора ГИН

В связи с вышеизложенным возникла необходимость разработки блока автоматизированного управления закороткой ГИН. В результате был разработан, изготовлен и собран блок закоротки ГИН. В настоящее время он входит в состав и успешно функционирует в двух ГИН импульсного сильноточного ускорителя электронов «Гамма-1».

Ниже приведено описание конструктивных особенностей закоротки ГИН с ручным управлением, этапов разработки автоматизированного блока закоротки ГИН и подробный алгоритм его работы.

### Конструктивные особенности и принцип работы закоротки ГИН

Закоротка с ручным управлением состоит из следующих основных частей: штока, направляющей, шпильки, крышки, корпуса. Конструктивное изображение закоротки приведено на рис. 2.

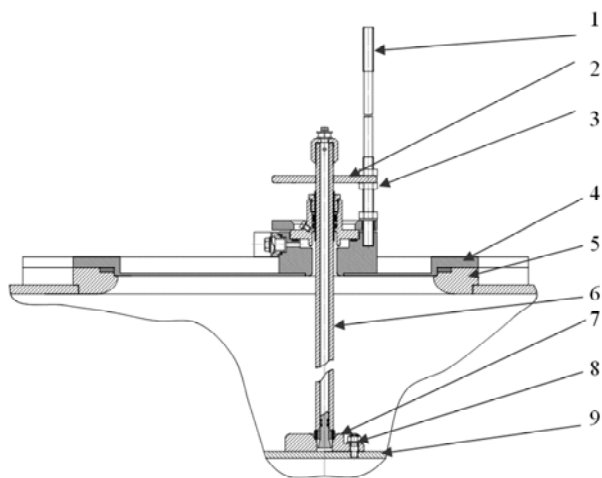


Рис. 2. Конструктивное изображение закоротки (исходное положение) с ручным управлением: 1 – шпилька; 2 – направляющая; 3 – гайка М12; 4 – крышка; 5 – крышка ГИН; 6 – шток; 7 – фланец; 8 – шпилька; 9 – шина

Заземление конденсаторов ГИН осуществляется при опускании штока (поз. 6) в отверстие фланца (поз. 7), который соединен с выходной шиной (поз. 9) ГИН шпилькой (поз. 8). Для того чтобы опустить шток (поз. 6), необходимо открутить гайку М12 (поз. 3) на шпильке (поз. 1). Шток (поз. 6) под действием тяжести собственного веса опускается во фланец (поз. 7), тем самым обеспечивается электрический контакт между штоком (поз. 6) и шиной (поз. 9) ГИН через фланец (поз. 7). Фиксация направляющей (поз. 2) в поднятом положении осуществляется гайкой М12 (поз. 3) на шпильке (поз. 1).

Закоротка устанавливается на корпус ГИНа вместо одной из заглушек. Соединение крышки (поз. 4) с крышкой (поз. 5) ГИН осуществляется болтами М12, которыми крепится заглушка.

### Этапы разработки автоматизированного блока закоротки ГИН

На первом этапе был проведен выбор метода поднятия закоротки и элементной базы исполнительного механизма. Основной задачей являлось разработать надежное и простое в обслуживании устройство. Про-

анализировав все конструктивные особенности закоротки и место ее расположения в ГИН, была разработана и сконструирована функционально законченная сборочная единица. Исполнительный механизм с поднятой закороткой ГИН представлен на рис. 3.

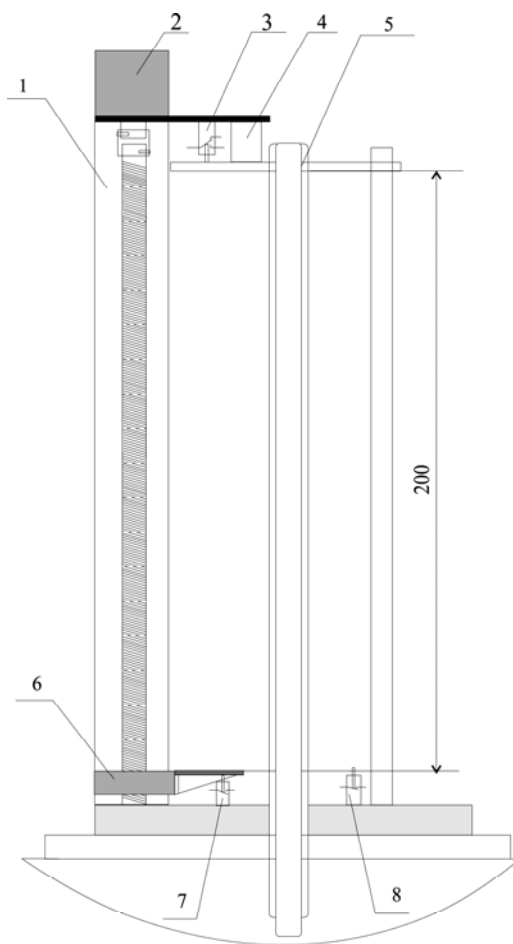


Рис. 3. Исполнительный механизм с поднятой закороткой ГИН: 1 – линейный позиционер; 2 – привод линейного позиционера; 3, 7, 8 – концевые выключатели; 4 – соленоид; 5 – шток; 6 – каретка

В состав исполнительного механизма закоротки входят:

- линейный позиционер (поз. 1), используется в качестве привода подъема закоротки ГИН. Каретка (поз. 6) линейного позиционера служит в качестве лифта;
- соленоид (поз. 4), используется как захват, который удерживает направляющую штока закоротки ГИН;
- концевые выключатели (поз. 3, 7, 8) отслеживают состояния закоротки и каретки линейного позиционера.

На втором этапе был разработан алгоритм и схема управления для исполнительного механизма закоротки. Схема управления размножена на несколько каналов и объединена в блок управления исполнительными механизмами. Каждый канал блока адаптирован к сигналам автоматизированной системы управления и контроля установки.

