

СХЕМА САМОЗАПУСКА ДЛЯ ТИРАТРОНА В СОСТАВЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИМПУЛЬСНОГО ГЕНЕРАТОРА*

А.С. Юдин, С.М. Мартемьянов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Описана схема самозапуска для тиратрона ТДИ4-200к/50СН, работающего в составе генератора высоковольтных импульсов, построенного на базе импульсного трансформатора. Тиратроны указанной серии имеют ряд преимуществ. Они позволяют коммутировать ток до 200 кА с частотой до 300 имп./с, не требуют обслуживания, производятся в версиях с накаливаемым катодом и мгновенной готовности. Также, если нет жестких требований к задержке включения, эти тиратроны не слишком требовательны к параметрам запускающего импульса. Это позволяет реализовать достаточно простую и не требовательную к элементной базе схему его запуска. Особенность предлагаемой схемы самозапуска состоит в ее полной автономности, автоматической генерации запускающего импульса в момент максимального значения напряжения на основной емкости, а также в простоте и надежности. Показано, что задержка времени срабатывания и разброс времени срабатывания тиратрона не превышают 1.6 и 0.6 мкс соответственно.

Ключевые слова: тиратрон, схема запуска, высоковольтный импульсный генератор.

Введение

В большом количестве электроразрядных технологий основным рабочим инструментом выступает канал электрического разряда в жидкой и твердой среде [1]. Примерами таких технологий являются электроимпульсное бурение [2], разрушение твердых горных пород и бетона [3], обогащение руд [4, 5], разупрочнение и дезинтеграция поверхностного слоя бетонных оснований [6] и т.д. Промышленная реализация таких технологий требует наличия генератора высоковольтных импульсов, которые являются наиболее сложным узлом технологического оборудования. Чаще всего к генераторам с выходным напряжением 250–500 кВ и энергией импульса более 500 Дж предъявляются такие требования, как высокая частота следования импульсов (20 и более импульсов в секунду), короткая длительность фронта (менее 100 нс) и высокая скорость нарастания напряжения (более 10^{12} В/с), высокое значение тока в разряде (десятки килоампер), низкий импеданс (единицы – десятки Ом) [7–9]. Также важным параметром, определяющим экономическую целесообразность технологии, является ресурс генератора, который должен составлять не менее 10^6 импульсов, а лучше – значительно его превосходить [10, 11].

На практике генераторы с такими характеристиками строятся чаще всего по двум схемам – схеме Маркса или на базе импульсного трансформатора [2, 4, 7, 12]. Схема Маркса известна своей простотой и надежностью. Ее недостаток заключается в относительно большой длине выходного контура, который должен охватывать все емкостные накопители и разрядники, которых, в зависимости от количества ступеней генератора, может быть около десяти или более. В результате выходной контур генератора получается физически протяженным, что увеличивает его эквивалентную выходную индуктивность. Такое конструктивное ограничение не позволяет развивать длительность фронта и скорость нарастания выходного напряжения выше определенного предела. Преодоление этого ограничения возможно при использовании импульсного генератора на базе импульсного трансформатора. За основу наших исследований был взят генератор EG350, построенный по такой схеме [7, 13]. Этот генератор разрабатывался для электроимпульсного разрушения поверхностного слоя бетона. В качестве коммутатора в этом генераторе изначально использовался многозакорный газонаполненный разрядник с системой выравнивания токов. Разрядник состоял из восьми параллельно включаемых промежутков, что было призвано разделить ток срабатывания генератора между ними. Это позволяет снизить ток через единичный промежуток и, следовательно, снизить эрозию электродов и увеличить ресурс генератора. Вместе с тем для надежной одно-временной коммутации всех восьми промежутков подобные разрядники предъявляют достаточно

* Работа поддержана аванпроектом (Приоритет 2030)-НИП/внеСП-065-1308-2022 в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в Томском политехническом университете.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>