

УДК 621.3.06

DOI: 10.17223/00213411/62/7/53

*А.А. ЖЕРЛИЦЫН, Е.В. КУМПАК, Г.В. СМОРУДОВ***ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО МНОГОАЗОРНОГО РАЗРЯДНИКА ДЛЯ ЕМКОСТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ С ЗАРЯДНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 100 кВ И ВРЕМЕНЕМ ВЫВОДА ЭНЕРГИИ ПОРЯДКА 100 нс ***

Приведены результаты исследований стабильности срабатывания шестиканального семизазорного искрового разрядника, предназначенного для включения емкостного накопителя энергии с зарядным напряжением до 100 кВ и временем вывода энергии порядка 100 нс. Рабочая среда разрядника – воздух атмосферного давления. В режиме с управляемым запуском измерялось время задержки пробоя всех зазоров разрядника относительно прихода пускового импульса напряжения и рассчитывалось среднеквадратичное отклонение времени задержки (джиттер) при варьировании зарядного напряжения и скорости нарастания пускового импульса напряжения. Получен джиттер менее 1 нс при зарядном напряжении 90–100 кВ и скорости нарастания пускового импульса напряжения ~ 650 кВ/мкс. С уменьшением скорости нарастания пускового импульса джиттер разрядника значительно возрастает. Так, при напряжении на разряднике 100 кВ для импульса пускового напряжения со скоростью нарастания ~ 200 кВ/мкс джиттер превышает 20 нс, а для импульса пускового напряжения со скоростью нарастания ~ 100 кВ/мкс джиттер превышает 30 нс. Для снижения джиттера в случае использования пусковых импульсов с низкой скоростью нарастания в разрядник введены лезвийные электроды, обеспечивающие зажигание в зазорах коронного разряда в процессе зарядки емкостного накопителя. Показано, что при скорости нарастания пускового импульса 100–200 кВ/мкс коронный разряд снижает джиттер в 2–3 раза.

Ключевые слова: газовый разрядник высокого давления, коронный разряд, стабильность срабатывания.

Введение

В мощных импульсных генераторах индукционного типа (линейные импульсные трансформаторы [1], индукционные сумматоры напряжения [2], ЛТД-генераторы [3, 4]) требуется решать вопрос синхронного либо с заданной задержкой по времени включения газовых разрядников. Время запаздывания от момента прихода пускового напряжения на разрядник до начала спада напряжения имеет статистическую составляющую и соответственно разброс. Статистическое время запаздывания характеризуется средним временем запаздывания и среднеквадратичным отклонением от него (джиттер разрядника). Наличие джиттера у разрядников приводит к затягиванию фронта импульса, уменьшению выходного напряжения и мощности генераторов, снижению эффективности вывода энергии в нагрузку. Например, для индукционного сумматора напряжения RITS с фронтом выходного импульса 20 нс и длительностью 70 нс джиттер в 4.5 нс приводит к снижению уровня энергии, выведенной в нагрузку, на 10 % [2, 5]. Для ЛТД-генератора с 48 ступенями и 12 секциями в каждой ступени джиттер в 10 нс уменьшает амплитуду напряжения на ~ 4 % и увеличивает время нарастания импульса на 13 % с 38 до 43 нс [6]. В работах [7, 8] отмечается влияние джиттера на равномерность вершины квазипрямоугольного выходного импульса ЛТД-ступеней, содержащих секции с высшими гармониками.

Джиттер часто используют для сравнения стабильности срабатывания разрядников различных конструкций [9, 10], подразумевая, что время запаздывания этих разрядников подчиняется нормальному закону распределения. В реальности, распределение времени запаздывания может быть различным в зависимости от конкретных условий, но отмечается тенденция к уменьшению среднего значения и среднеквадратичного отклонения с ростом перенапряжения в зазорах разрядника и интенсивности их облучения источником ионизации [11].

В работе исследуется стабильность многоазорного разрядника, разработанного в ИСЭ СО РАН, с рабочим напряжением до 100 кВ в воздухе атмосферного давления. Определен джиттер разрядника в зависимости от скорости нарастания пускового импульса и наличия подсветки от вспомогательного коронного разряда.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-08-00159.

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>