

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Ц 71

А-888

29/III-77

P13 - 10716

3433 / 2-77

Л.К.Лыткин, А.Ф.Писарев, В.Ф.Писарев, Г.С.Ревенко

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ
ИМПУЛЬСНЫЙ ГАЗОВЫЙ РАЗРЯДНИК
БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

1977

P13 - 10716

Л.К.Лыткин, А.Ф.Писарев, В.Ф.Писарев, Г.С.Ревенко

**БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ
ИМПУЛЬСНЫЙ ГАЗОВЫЙ РАЗРЯДНИК
БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ**

Направлено в ПТЭ

Лыткин Л.К. и др.

P13 - 10716

Быстродействующий импульсный газовый разрядник
большой мощности

В работе обсуждаются результаты исследования быстродействующего трехпромежуточного воздушного искрового разрядника с коммутацией большой мощности. Установлено, что разрядник со стопроцентной эффективностью может срабатывать с частотой несколько сот герц и коммутировать мощность в импульсе в несколько МВт. Характерное время задержки срабатывания - 60 нс, время разброса - 5 нс и длительность нарастания переднего фронта импульса - 10 нс. Разрядник имеет несложную конструкцию, прост в настройке и надежен в эксплуатации.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Lytkin L.K. et al.

P13 - 10716

Quick-Acting Pulse Gas Spark Gap of High Power

The results of investigation of quick-acting triple air spark gap of high power are discussed. It is determined that the spark gap of 100% efficiency has operating frequency of several hundreds of Hz and commute impulse power of several MV. The characteristic delay time is 60 nsec, jitter time being 5 nsec. The spark gap construction is not complicated, it is easily tuned and reliable in operation.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

К настоящему времени предложено несколько вариантов газовых искровых разрядников для формирования высоковольтных импульсов питания искровых камер. Наиболее удачным из них, на наш взгляд, является трехзачерный искровой разрядник, описанный в работе^{1/}. Разрядник обладает большим быстродействием и хорошими импульсно-временными характеристиками. Однако мощность, которую может коммутировать этот разрядник, является весьма ограниченной. Причиной тому служит малость величины поджигающего промежутка, равного 100 мкм. При больших токах коммутации такие малые промежутки, находящиеся вблизи основного канала разряда, обычно очень быстро засоряются окислами. Этот эффект особенно интенсивно проявляется при работе разрядника на воздухе. Второй недостаток обсуждаемого разрядника связан с резко выраженной зависимостью времени задержки и времени разброса срабатывания от величины поджигающего промежутка. Это обстоятельство требует тщательной юстировки системы поджигающего электрода. В случае коммутации больших токов обычно наблюдается интенсивное выгорание электродов в местах поджига, что с неизбежностью приводит к неравномерному увеличению поджигающего промежутка и, как следствие, нарушению юстировки электродов.

Наша задача состояла в том, чтобы разработать высокоомощный газовый разрядник на основе принципиальной схемы разрядника^{1/}, сохранив в нем все положительные временные и импульсные характеристики, но устранив отмеченные выше недостатки.

Конструкция предлагаемого разрядника показана на рис. 1. Разрядник представляет собой типичную трех-промежточную электродную систему, в которой промежуток 1-2 является основным, 2-3 - поджигающим и 4-5 - шунтирующим. Принципиальное отличие данного разрядника от описанного в [1] состоит в том, что поджигающий промежуток 2-3 содержит керамическую вставку с большой диэлектрической постоянной, изготовленную из промышленного трубчатого электрического конденсатора марки КТК-75. Цилиндрическая вставка плотно посажена на стержневой электрод 3 и занимает весь промежуток 2-3. Основные размеры и конструктивные

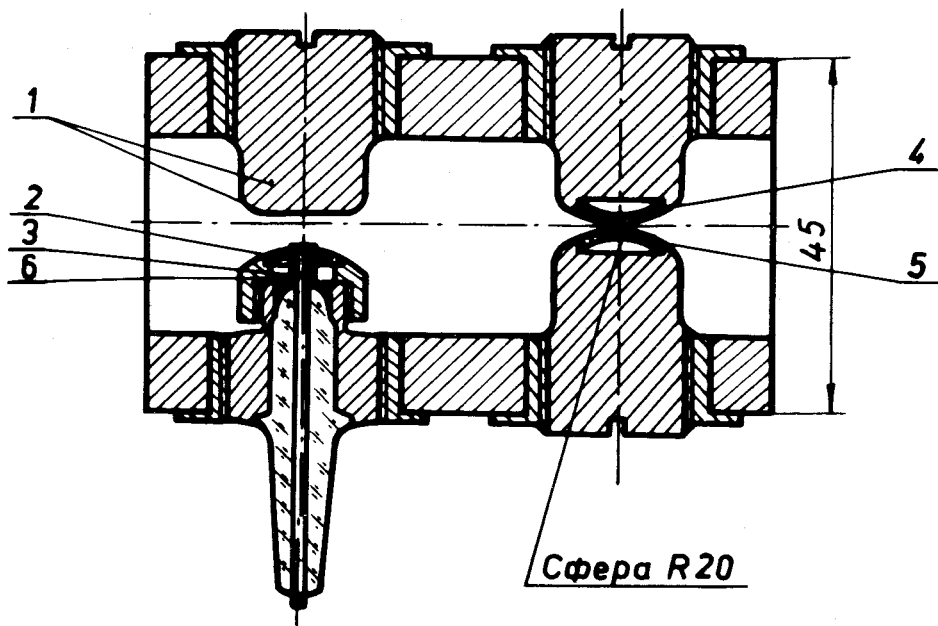


Рис. 1. Конструкция искрового разрядника. 1 - анод, выполненный из латуни; 2 - катод, изготовленный из нержавеющей стали; 3 - поджигающий электрод, выполненный на основе автомобильной запальной свечи; 4-5 - вставки шунтирующих электродов, выполненные из нержавеющей стали; 6 - керамическая цилиндрическая втулка, приготовленная из трубчатого электрического конденсатора типа КТК-75.

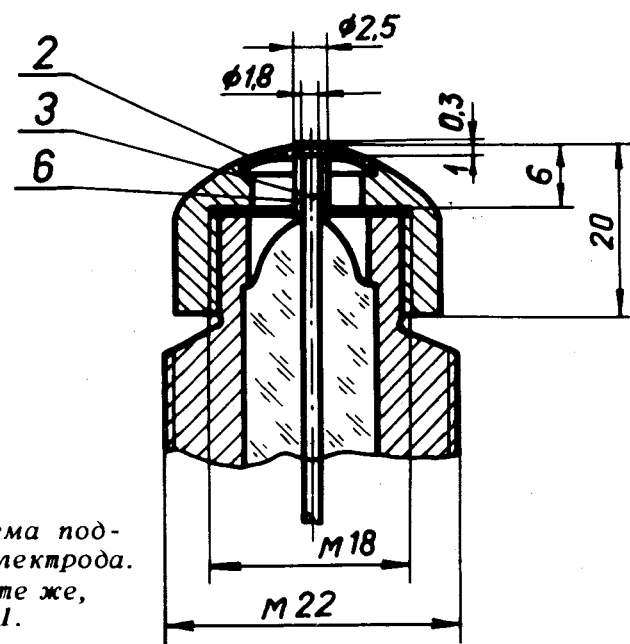


Рис. 2. Система поджигающего электрода. Обозначения те же, что и на рис. 1.

особенности системы поджигающего электрода, выполненного на основе автомобильной запальной свечи, показаны на рис. 2. Схема электрического включения разрядника изображена на рис. 3. Разрядник работает следующим образом. Поджигающий импульс отрицательной полярности через RC-цепочку поступает на поджигающий электрод 3 (см. рис. 3) и создает сильный градиент электрического поля на внешней торцевой поверхности керамической вставки. Это приводит к поверхностному искровому пробое и усилению электрического поля в основном промежутке на величину, равную половине амплитуды входного импульса. Под действием поверхностной искры и усиленного поля в основном промежутке возникает электрический пробой и происходит коммутация рабочего напряжения U_a через шунтирующий зазор на рабочую нагрузку R_H .

Эксплуатация этого разрядника показала, что при напряжении $U_a = 9$ кВ и токе коммутации 1,5 кА разрядник

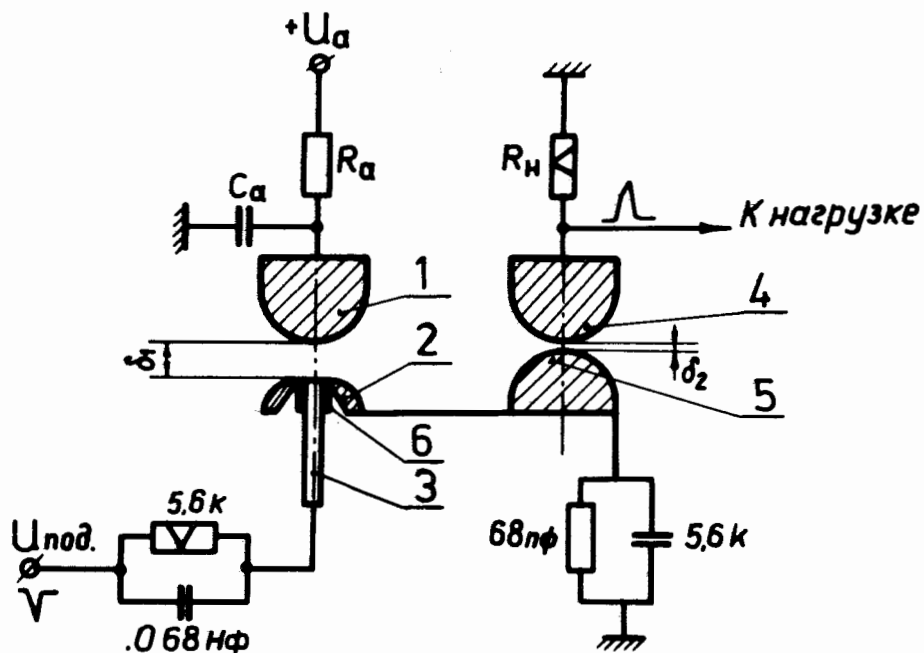


Рис. 3. Электрическая схема включения разрядника. Обозначения 1-6 те же, что и на рис. 1; U_a - рабочее напряжение; R_a - резисторная цепь зарядки накопительной электрической емкости C_a , R_n - нагрузка; $U_{под}$ - поджигающий импульс; δ_1 - зазор, выбираемый из условия обеспечения статической электрической прочности при напряжении U_a ; δ_2 - берется из условия обеспечения импульсной электрической прочности при напряжении $U = 1/2 U_{под}$. Для $U_{под} = 5$ кВ при работе разрядника на воздухе $\delta_2 = 0,45$ мм.

имеет ресурс работы свыше 10^6 срабатываний. Поджигающая искра равновероятно возникает по всему периметру торца керамической вставки. Частота срабатывания может составлять несколько сот герц. Время формирования переднего фронта импульса на резисторной нагрузке в несколько Ом составляет - 10 нс. Основные результаты испытаний разрядника на воздухе представлены в следующих трех таблицах.

Таблица 1
Разрядник настроен на самозапуск при $U_a = 10$ кВ

Величина напряжения U_a , кВ, $U_{под} = -5$ кВ	9	8	7	6
Время задержки срабатывания, нс	60	80	100	120
Время разброса срабатывания, нс	5	10	15	25

Таблица 2
Разрядник настроен на самозапуск при $U_a = 5,5$ кВ

Величина напряжения U_a , кВ, $U_{под} = -5$ кВ	5	4	3	2
Время задержки срабатывания, нс	60	60	80	100
Время разброса срабатывания, нс	5	10	10	20

Таблица 3
Разрядник настроен на самозапуск при $U_a = 10$ кВ

Амплитуда поджигающего импульса $U_{под}$, кВ $U_a = 9$ кВ	5	4	3
Время задержки срабатывания, нс	60	60	70
Время разброса срабатывания, нс	5	10	10

Приведенные данные свидетельствуют о хороших импульсно-временных характеристиках разрядника и высокой его эксплуатационной надежности. Разрядник может эффективно использоваться как в цепях импульсного питания искровых камер, так и коммутирующих электронных цепях мощных силовых установок.

В заключение авторы выражают признательность А.А.Тяпкину за обсуждение результатов работы, а также В.И.Орехову и Н.М.Федорову за помощь в изготовлении разрядника.

Литература

1. Алексеев Г.Д., Хазинс Д.М. ОИЯИ, Р13-8390, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 июня 1977 года.