

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРОБОЙ ЧЕРЕЗ ПЛАМЯ

Г.А.Аскарьян, Э.Я.Гольц, М.С.Рабинович, В.Б.Студенов

Исследование электрического пробоя через пламя представляет интерес для физики газового разряда, для создания ударных волн в лабораторных условиях, получения интенсивных вспышек, кумулятивных схлопываний, пинчей и т.п. при атмосферном давлении без стенок

камеры, окружающих разряд и ограничивающих пропускание излучения от него и интенсивность возникающей ударной волны. (В этом отношении исследованные типы разрядов аналогичны разрядам, инициированным взрывом проволоки [1,2].)

Плазма пламени облегчает развитие лавинного пробоя в электрическом поле из-за понижения плотности в нагретом газе (при температуре в несколько тысяч градусов плотность уменьшается примерно на порядок величины по сравнению с плотностью при нормальной температуре) из-за наличия термоионизации и термовозбуждения газа и различных эмиссионных эффектов на электродах. Это понижение пробивного напряжения позволяет использовать не очень высокие напряжения для пробоя больших разрядных промежутков.

Установка, на которой производились исследования, состояла из батареи в 5 конденсаторов по 150 мкф, заряжаемой до напряжения 5+10 кВ и разряжаемой через вакуумный разрядник на плазму пламени. Развитие разряда фотографировалось скоростным фоторегистратором (СФР). Вспышка света регистрировалась фотоумножителем и ее энергия измерялась специальным калориметром. Токи, протекающие через плазму, измерялись поясом Роговского и достигали нескольких сотен кА.

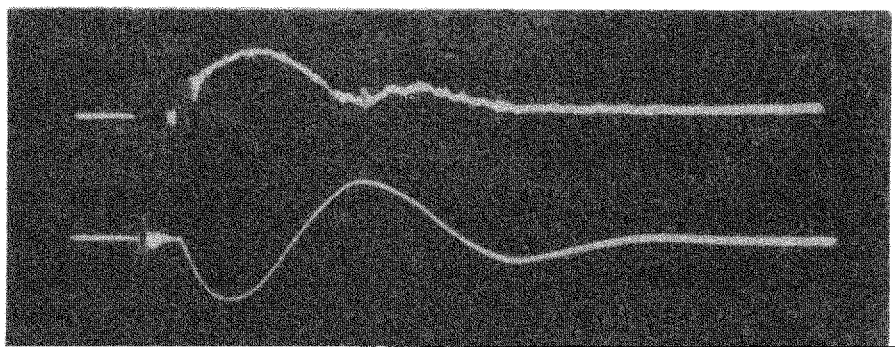


Рис. I

Вертикальная струя пламени создавалась горелкой, работающей на смеси светильного газа и кислорода. Температура такого пламени обычно не превышает 2000° . Корпус горелки служил одним электродом, в качестве другого использовался тугоплавкий металлический стержень.

Для уменьшения нагрева электрод обдувался потоком воздуха, отклоняющим пламя. Перед разрядом поток воздуха выключался.

Эксперимент показал, что начальное пробивное напряжение в пламени близко к 1 кв/см, что в десятки раз меньше пробивного напряжения при нормальных условиях. Струя пламени длиной 10 см пробивалась при напряжении 10 кв регулярно, и пламя не гасло после пробоя. На рис. 1 приведена серия снимков канала разряда через пламя с интервалами между кадрами 8 мксек, из которых видно, что длительность интервала интенсивного свечения составляет примерно 150 мксек. На рис. 2 дана развертка изображения центральной части разряда во времени.

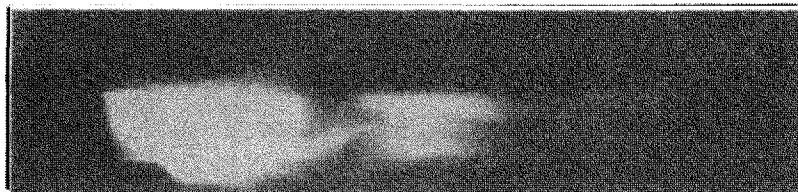


Рис. 2

На рис. 3 приведены осциллограммы сигнала с фотоумножителя, регистрирующего свечение от плазмы разряда и тока через разряд (развертка 150 мксек). Из сопоставления этих данных видно, что время

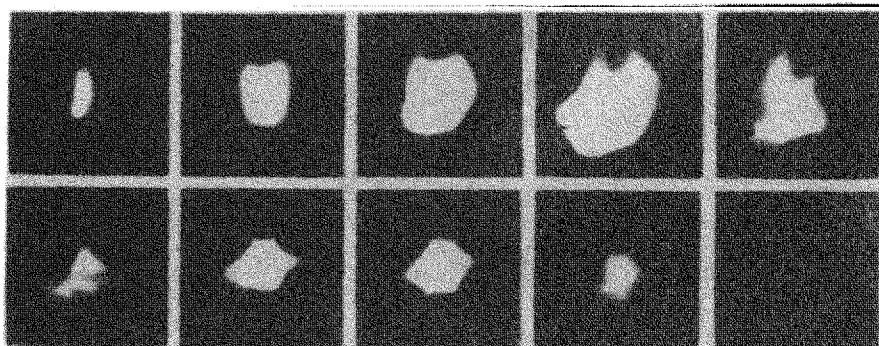


Рис. 3

разгорания и длительность свечения соизмеримы с нарастанием и длительностью протекания разрядных токов. Светящаяся область занимала объем гораздо больше объема начального газоразрядного промежутка.

Световое излучение сопоставлялось с энергией вспышки при иницировании разряда той же батареи конденсаторов через взрывающуюся проволочку. Энергии излучения в видимой части спектра от разряда через проволочку и через пламя оказались примерно равными. Это, по-видимому, указывает на то, что существенной для излучения в данном участке спектра в обоих случаях является не начальная, а последующие стадии развития разряда, ввиду большой длительности процесса разряда батареи конденсаторов.

Наряду с обычными способами облегчения пробоя длинных промежутков (заострение электродов, предварительный пробой форимпульсом высокого напряжения и т.п.) использование пламени одной или нескольких горелок позволит еще более увеличить линейные размеры пробиваемого пути, не прибегая к требующим неудобной и многократной смены перегорающим контактам (проволочки и фольги), используемых для начального формирования длинных промежутков канала разряда.

Разряд через трубчатое пламя может вызвать кумулятивное схлопывание и нагрев газа на оси.

Разряд через пламя представляет также прикладной интерес для интенсификации химических реакций в пламени и усиления воздействия пламени на материалы и породы, а также для физики атмосферных явлений, таких как разряд молнии на пламя, на факел реактивных двигателей, на огонь из труб, от взрывов, для создания огненных электродов, контактов для съема больших токов и т.п.

В заключение авторы приносят благодарность В.П.Соловьеву, Б.П.Шурухину и А.В.Чиркову за помощь в создании установки.

Физический институт им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
22 марта 1966 г.

Литература

- [1] Сб. "Взрывающиеся проволочки", под ред. А.А.Рухадзе. Изд.иностр. лит., М., 1964.
- [2] Сб. "Электрический взрыв проводников", под ред. А.А.Рухадзе, И.С.Шпигеля. Изд. "Мир", М., 1965.