

## ПОЛУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ВИХРЕЙ В АТМОСФЕРЕ

*А.М. Андрианов, В.И. Синицын*

Используя импульсные разряды в диэлектрических камерах (см., например, [1]), можно осуществить инжекцию плотной низкотемпературной плазмы из вакуумного объема непосредственно в атмосферу. Настоящее сообщение посвящено описанию некоторых эффектов, сопровождающих это явление.

Цилиндр из оргстекла (или другого исследуемого диэлектрика, например, льда, полиэтилена и т. д.) с внутренним диаметром 2,5 см и длиной 5 см уплотнялся между двумя дисковыми электродами, ограничивая объем, который откачивался до давления около  $10^{-2}$  мм рт.ст. В центре одного из электродов имелось отверстие, закрываемое металлической или диэлектрической пленкой определенной толщины. На электроды подавалось напряжение 10 – 12 кВ от конденсаторной батареи  $C = 80$  мкФ и внутри вакуумного объема происходил эрозионный разряд с током в максимуме до 250 кА. При этом резко возрастало давление, диафрагма разрывалась и продукты разряда выбрасывались в атмосферу. На рис. 1 приведены кадры киносъемки этого процесса. Отметим, что спустя несколько миллисекунд после окончания разряда, в атмосфере формируется светящееся образование, которое, во всяком случае внешне, напоминает в миниатюре шаровую молнию, снимок которой, заимствованный у Сингера [2], приведен на этом же рисунке. Время существования светящегося образования, его форма и размеры определенным образом зависят от вкладываемой энергии, материала и геометрии разрядной камеры. Увеличением диаметра разрываемой диафрагмы можно достигнуть практически полного выброса из камеры продуктов эрозионного разряда. Были получены фотографии яркосветящегося шара, движущегося на уровне 50 см от инжектора со скоростью 20 м/сек. Сложность его локальной конфигурации, некоторые особенности, выявленные в экспериментах по взаимодействию с различными препятствиями, а также значительная длительность высвечивания делали естественным предположение о наличии внутренней вихревой структуры, которая, по-видимому, зарождалась при его выходе через диафрагму. Это предположение было проверено постановкой над диафрагмой дополнительного цилиндра (диаметр 5 см, длина 8 см). На рис. 2 представлены кадры, полученные при наблюдении под небольшим углом к оси системы. Слева приведен масштаб расстояния от инжектора. Как приведенные, так и многие другие снимки, полученные при стереоскопической съемке в различных проекциях, однозначно указывают на то, что в атмосфере могут быть получены четкие, устойчивые плазменные вихревые кольца, движущиеся со скоростью 10 – 20 м/сек. Отметим, что время высвечивания такого кольца измеряется по меньшей мере десятками миллисекунд, в то время как плазма, не захваченная в вихрь, высвечивается в течение первых миллисекунд после выброса из инжекторной трубки.

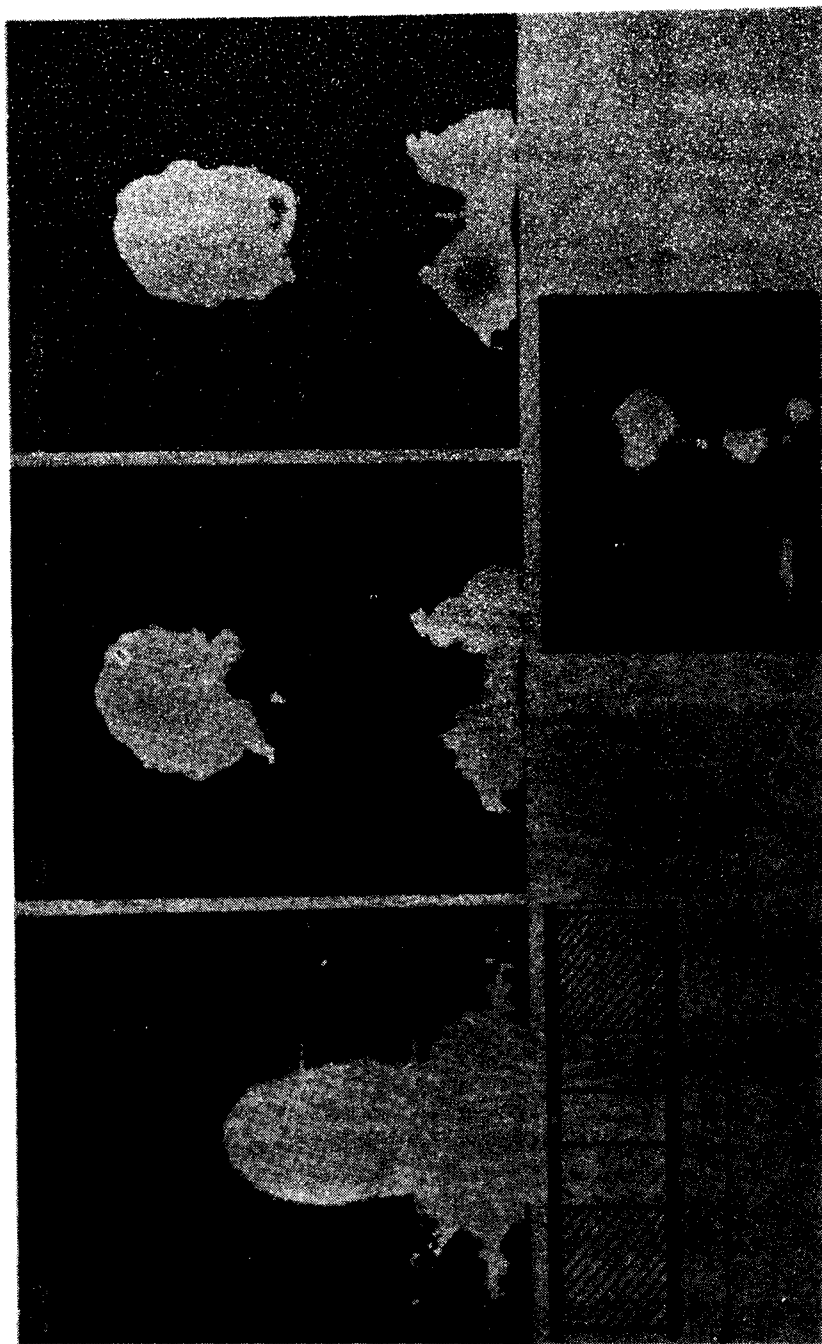


Рис. 1. Выброс плазмы в атмосферу из эрозивной камеры (внизу: слева — схема разрядной камеры, справа — снимок шаровой молнии, взятый из [2])

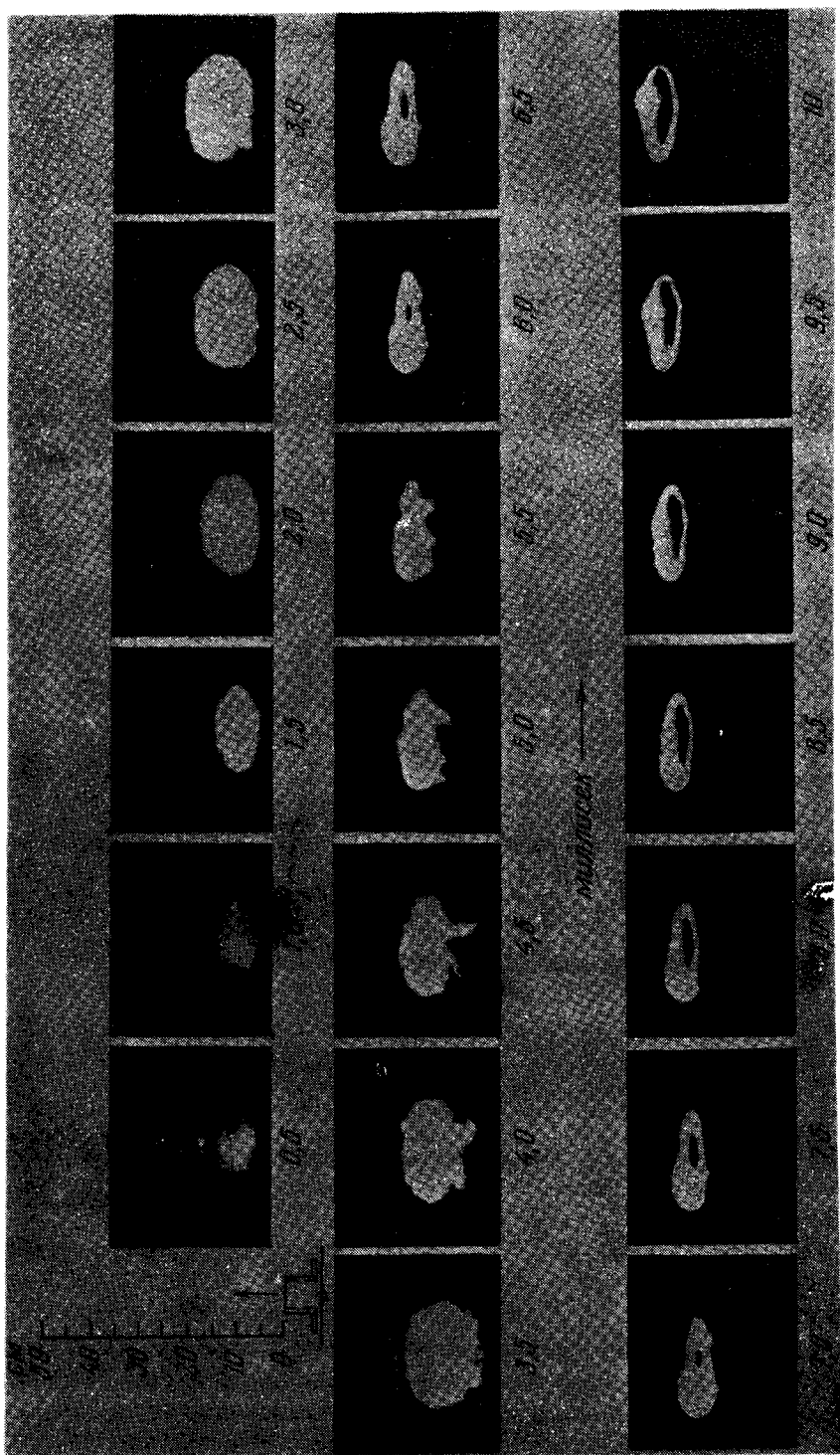


Рис. 2. Процесс образования плазменного вихря в атмосфере

Полная деионизация плазменного объекта с размером в несколько сантиметров должна произойти в течение нескольких миллисекунд (см., например, [3]). В нашем случае, как указывают фотоэлектрические измерения, свечение вихревого кольца с малым диаметром 1,5 – 2 см продолжается до 0,1 сек, а в отдельных случаях прослеживается до 0,3 – 0,4 сек. Для объяснения столь длительного высвечивания, а также других эффектов, например, сильной пикообразной модуляции свечения, можно было бы, пожалуй, использовать "кластерную" гипотезу Стаханова [4], которая однако, может быть распространена лишь на уже созданное светящееся образование и никак не объясняет самого механизма его формирования. Если же рассматривать сам процесс генерации долговсвечящихся объектов, то определяющим фактором, по-видимому, следует считать их вихревую структуру, как это было отмечено в работе Войцеховских [5].

Институт атомной энергии  
им. И.В.Курчатова

Поступила в редакцию  
8 июня 1976 г.

### Литература

- [1] А.М.Ачдрианов, А.И.Земсков, В.В.Прут, В.А.Храбров. ЖТФ, 39, 433, 1969.
  - [2] С. Сингер. Природа шаровой молнии. Изд. Мир, 1973.
  - [3] П.П.Капица. ДАН, 101, 245, 1955.
  - [4] И.П.Стаханов. Письма в ЖЭТФ, 18, 193, 1973.
  - [5] Б.Б.Войцеховский, Б.В.Войцеховский. ДАН, 218, 74, 1974.
-