

15. В. Иост. Взрывы и горение в газах. ИЛ, 1952.
16. Н. С. Ениколопян. ЖФХ, 1960, 34, 7, 1571.
17. В. Н. Кондратьев. Кинетика химических газовых реакций. М., Изд-во АН СССР, 1958, 516.
18. А. М. Маркевич и др. ЖФХ, 1961, 35, 7, 1418.
19. А. Б. Налбандян, В. В. Воеводский. Механизм окисления и горения водорода. М., Изд-во АН СССР, 1949.

УДК 532.593

РАЗРЯДНЫЕ ВОЛНЫ В КАНАЛЕ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ ИСКРОВЫХ ПРОМЕЖУТКОВ

Ю. И. Фадеенко, В. Ф. Лобанов, В. П. Чистяков,
Е. Г. Вдовенко
(Новосибирск)

В канале с последовательностью искровых промежутков, каждый из которых подключается к отдельному конденсатору, одиночный разряд может вызвать последовательное зажигание всех промежутков. При некоторых условиях наблюдаются «поджигающие» ударные волны, которые распространяются вдоль канала с приблизительно постоянной скоростью. Явление существенно зависит от отношения времени выделения энергии в разрядном промежутке τ_p к времени τ_b прохождения ударной волной расстояния между соседними промежутками. Когда $\tau_p \ll \tau_b$, процесс близок к последовательности мгновенных сосредоточенных взрывов. Из законов движения ударных волн сильного взрыва [1] следует, что в этом случае средняя скорость распространения разрядной волны должна быть пропорциональна напряжению V , до которого заряжаются конденсаторы. По мере возрастания отношения τ_p/τ_b пульсации, обусловленные дискретностью механизма энерговыделения, сглаживаются и процесс приближается к плоскому течению с зоной энерговыделения за фронтом ударной волны. Такое течение

должно быть аналогично плоской детонационной волне, подобно тому, как это имеет место при фокусировании мощных импульсов лазерного излучения в газе [2].

В таблице приведены расчетные параметры «электродетонационной волны» в воздухе при начальном давлении 1 ат. Используются следующие обозначения: Q — энергия, сообщаемая разрядом единичной массе газа; D — скорость фронта волны; u , T — массовая скорость и температура газа в плоскости Жуге.

При расчете использовались уравнения сохранения массы, количества дви-

жения и энергии, условие Жуге и данные о состоянии воздуха при высоких температурах [3]; состояние воздуха в плоскости Жуге предполагалось равновесным.

Эксперименты проводились на трубке из оргстекла с каналом прямоугольного сечения $3,75 \times 15$ мм в воздухе при начальном давлении 1 ат. В качестве электродов использовались стальные болты диаметром 3 мм, смонтированные заподлицо в одну из стенок канала, так что длина каждого разрядного промежутка составляла 10 мм, а расстояние между соседними промежутками — 6 мм. К каждому промежутку подключался конденсатор $2,2$ мкф $\times 7$ кв (рис. 1). Полная длина канала 240 мм.

Оциллограмма разрядного тока одного промежутка имеет форму быстро затухающих колебаний с периодом около 5 мксек.

| Q , кжд/г | D , км/сек | u , км/сек | T , °К |
|-------------|--------------|--------------|----------|
| 4,12 | 2,17 | 0,97 | 4000 |
| 8,08 | 2,88 | 1,30 | 6000 |
| 14,70 | 3,51 | 1,61 | 8000 |
| 27,14 | 4,39 | 2,00 | 10000 |
| 37,40 | 5,14 | 2,29 | 12000 |
| 43,90 | 5,72 | 2,53 | 14000 |
| 53,50 | 6,47 | 2,88 | 17000 |
| 71,0 | 7,59 | 3,38 | 21000 |
| 97,0 | 8,76 | 3,84 | 25000 |
| 131,00 | 10,35 | 4,48 | 30000 |
| 151,20 | 11,72 | 5,00 | 35000 |
| 202,00 | 14,03 | 6,13 | 45000 |
| 280,50 | 16,47 | 7,17 | 55000 |
| 406,60 | 20,68 | 9,26 | 70000 |

Производилась непрерывная регистрация процесса с помощью СФР, причем щель прибора располагалась параллельно разрядному каналу; из этих регистрограмм определялась скорость распространения волны вдоль канала. На рис. 2 изображена зависимость измеренной скорости волны от напряжения на конденсаторах. Сплошная линия представляет расчетную скорость волны без учета потерь на излучение, в подводящих проводах и пр.

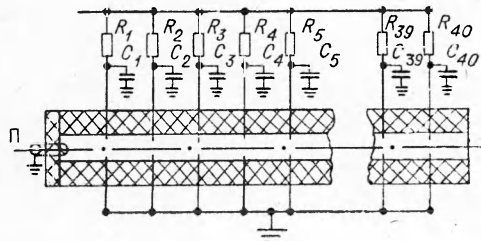


Рис. 1.

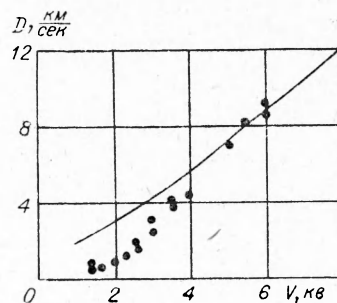


Рис. 2.

Рис. 3, а представляет регистрограмму с продольной щелью, снятую в увеличенном масштабе на среднем участке канала. Вид регистрограммы типичен для напряжений 4—6 кВ в условиях рис. 2, однако в этом опыте была несколько увеличена высота канала (до 4,2 мм вместо 3,75).

На рис. 3, а видна ярко светящаяся волна, движущаяся с постоянной скоростью около 5 км/сек. Зажигание разрядов происходит со значительным опережением фронта этой волны.

Рис. 3, б представляет усредненное по времени изображение структуры фронта волны в плоскости рис. 1, снятое на СФР методом компенсации скоростей изображения и пленки. Геометрия канала и напряжение на конденсаторах те же, что и на рис. 3, а. Видно, что разряд распространяется по стенке канала вдоль цепочки высоковольтных электродов. При этом образуется пульсирующая ударная волна, оставляющая следы разрядов, предшествующая сплошному свечению. Когда первичная ударная волна достигает цепочки заземленных электродов, возникает волна, движущаяся в обратном направлении и оставляющая (см. рис. 3, а) непрерывный светящийся след.

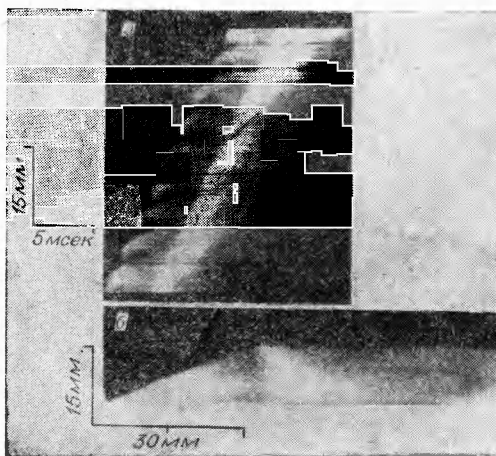


Рис. 3.

Проведено несколько опытов с каналами круглого сечения. Зависимость скорости волны от напряжения оказалась аналогичной показанной на рис. 2.

В описанных опытах при максимально допустимых напряжениях скорость разрядной волны достигала 9—10 км/сек.

Поступила в редакцию
25/II 1968

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Седов. Методы подобия и размерности в механике. М., «Наука», 1965.
2. Ю. П. Райзер. Усп. физ. наук, 1965, 87, 1.
3. Н. М. Кузнецов. Термодинамические функции и ударные адиабаты воздуха при высоких температурах. М., «Машиностроение», 1965.