

К.64

11

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР

препринт 122

Ю.Г.Кононенко, О.Я.Савченко, Е.В.Шуныко

**О возможном цепном механизме
развития дугового разряда
в скрещенных электрических
и магнитных полях**

г.Новосибирск 1967

Экспериментальные исследования дугового разряда в скрещенных электрическом и магнитном полях показали, что в широком интервале разрядных токов напряжение на электродах не зависит от величины тока, протекающего через разрядный промежуток. Напряжение на плато вольтамперных характеристик пропорционально напряженности магнитного поля и длине межэлектродного промежутка /1-3/.

Перечисленные свойства разряда качественно объясняют /1/ тем, что, когда энергия дрейфового движения ионов достигает энергии ионизации газа

$$\frac{1}{2} m_i \left(c \frac{E}{H} \right)^2 = e V_i \quad (1)$$

(m_i - масса иона, V_i - потенциал ионизации, остальные обозначения общепринятые), возникает интенсивная передача этой энергии электронам, которые ионизируют нейтральные частицы. При этом увеличение мощности разряда идет, в основном, на ионизацию газа, а дрейфовая скорость меняется незначительно. Но формула (1) количественно плохо согласуется с экспериментом.

Мы предполагаем, что особенности разряда объясняются непосредственной ионизацией нейтральных частиц ионами. Резкое увеличение тока при незначительном изменении напряжения объясняется, в рамках этого предположения, возникновением цепных реакций типа



(для одноатомного газа), или



(для двухатомного газа), обеспечивающих практически любое количество носителей тока - ионов A^+ .

Эти реакции идут, когда относительная энергия иона и нейтральной частицы превышает энергию порога реакции /4/. Поэтому подобный механизм дугового разряда будет существовать, если относительная энергия иона на вершине циклоиды больше или равна

энергии порога реакции

$$2\mu c^2 \frac{E^2}{H^2} = eV_n \quad (3)$$

μ - приведенная масса, V_n - потенциал порога реакции. При однородном H из (3) получаем

$$\frac{U}{H} = \left(\frac{eV_n}{\mu c^2} \right)^{1/2} L$$

где U - напряжение на межэлектродном зазоре, L - длина зазора.
Или

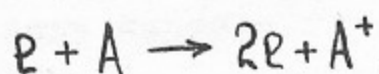
$$\frac{U}{H} = 9,77 \cdot 10^{-3} \left(\frac{V_n}{M_i} \right)^{1/2} L \quad (4.1)$$

для реакции (2.1) и

$$\frac{U}{H} = 8,50 \cdot 10^{-3} \left(\frac{V_n}{M_i} \right)^{1/2} L \quad (4.2)$$

для реакции (2.2). Здесь U и V_n в вольтах, H в эрстедах, L - в см, M_i - атомный вес иона.

Если диаметр ионной циклоиды много больше межэлектродного расстояния, аналогичный механизм разряда может поддерживаться реакцией



и, следовательно, для такого разряда существует равенство

$$\frac{U}{H} = 0,297 V_n^{1/2} L \quad (4.3)$$

Таблица I сопоставляет экспериментальные значения с вычисленными по формулам (4).

Хорошее совпадение экспериментальных и вычисленных значений U/H подтверждает наше предположение о непосредственной ионизации нейтральных частиц ионами разрядной среды. Пороговый характер реакций (2), которые "замораживают" энергии ионизирующих частиц, делают реальным предположение, что эти частицы будут вызывать не только ионизацию, но и процессы возбуждения продуктов реакций,

Т а б л и ц а I

	Газ	Токоно- ситель	Порог реакции вольт	U/H в/эрст		L, см	Литера- тура
				Экспер.	Теория		
I	H ₂	H ⁺	22,4	0,645 0,23	0,643 0,221	I6 5,9	/I/ /3/
2	D ₂	D ⁺	22,4	0,450	0,455	I6	/I/
3	He	He ⁺	24,6	0,410	0,390	I6	/I/
4	N ₂	N ⁺	22,9	0,173	0,173	I6	/I/
5	O ₂	O ⁺	18,7	0,165	0,147	I6	/I/
6	Az	Az ⁺	15,8	0,103	0,100	I6	/I/
7 ^{x)}	Cu	e	7,7	0,8	1,08	1,3	Авторы

приводящих в некоторых случаях к перенаселенности уровней, т.е. не исключена возможность того, что разряды в скрещенных электрических и магнитных полях приведут к возникновению лазерной среды.

x) Точность экспериментальных измерений $\pm 20\%$.

Л и т е р а т у р а

- /1/ H. Alfen, Rev. Mod. Phys. 32, № 4 (1960).
- /2/ B. Angerth, L. Block, V. Fahlson, K. Soop, Nucl. fusion Suppl., part I, 1962.
- /3/ О.М.Швей, С.С.Овчинников, В.Ф.Тарасенко, В.Т.Толок.
"Сборник "Физика плазмы и проблемы управляемого термоядерного синтеза", вып.3, стр.184-192, Изд.АН УССР, Киев, 1963.
- /4/ Г.Месси, Е.Бархоп "Электронные и ионные столкновения".
ИЛ, М., 1958.

Ответственный за выпуск Ю.Г.Кононенко

Подписано к печати 22.IV-1967 г.

Усл. 0,2 печ.л., тираж 150 экз. Бесплатно.

Заказ № 122

Отпечатано на ротапинтере в ИЯФ СО АН СССР