

ОБ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ РАЗРЯДЕ,
ПРИМЕНЯЕМОМ ДЛЯ АРГОНОВОГО ИОННОГО ОКГ

В.Ф. Китаева, Д.И. Осипов, Н.Н. Соболев

В предыдущей работе авторов [1] были получены сведения о концентрации заряженных частиц и температуре газа в аргоне при условиях, типичных для работы непрерывно действующего ионного аргонного ОКГ ($p_{\text{Ar}} \approx 0,4$ тор, $j = 200 + 550$ а/см², радиус капилляра $r = 0,8$ мм).

Температура газа оказалась равной $1600 + 3600^\circ\text{K}$, концентрация электронов $\sim 3 + 4 \cdot 10^{13}$ см⁻³.

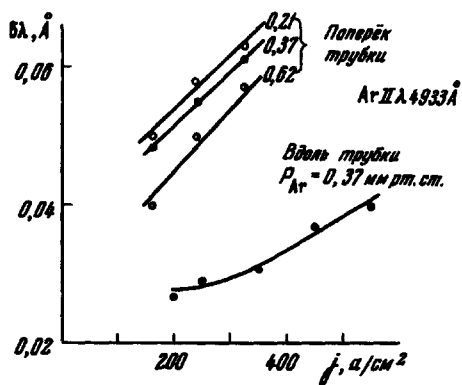
Из этих результатов следует, что степень ионизации газа в таком разряде $\sim 1\%$ и длина пробега ионов λ_i больше радиуса капилляра r , если принять в качестве сечения перезарядки значение $5 \cdot 10^{-15}$ см² [2] и учесть вытеснение аргона из капилляра за счет высокой температуры газа. Таким образом, можно считать, что в указанных условиях решающее влияние на движение ионов в столбе разряда оказывает уход ионов на стенки и их рекомбинация.

Настоящая работа посвящена определению электронной температуры в указанном типе разряда.

Для этой цели были проведены измерения полуширины линий $A_2\Pi$, излучаемых поперек разряда. Исследования проводились в трубке диаметром 2,8 мм, длиной ~ 40 см с обводным каналом в диапазоне измене-

ния давления газа $0,21 + 0,62$ тор и диапазоне изменения плотностей токов $150 + 350$ а/см².

На рисунке представлены результаты измерения полуширины линии $A_{zII} \lambda 4933 \text{ \AA}$ поперек и вдоль разряда в зависимости от плотности тока. Толщина эталона Фабри-Перо - 1 см.



Как видно из рисунка, ширина линии A_{zII} растет с ростом плотности тока. Ширина линии, излучаемой поперек разряда $\delta\lambda_{iI}$, больше ширины линии, излучаемой вдоль разряда $\delta\lambda_{iII}$, в $\sim 1,5 - 2$ раза.

Из ширины линий монов $\delta\lambda_{iI}$ определялась "эффективная температура" монов поперек разряда T_1^* $\delta\lambda_{iI} = 2\sqrt{\ln 2} \frac{\lambda_i}{c} \sqrt{\frac{2RT_1^*}{\mu}}$.

Принимая во внимание, что $\lambda_i > z$, для определения электронной температуры T_e можно воспользоваться теорией Д.М.Кагана и В.И.Переля [3], дающей связь между T_1^* и T_e в виде:

$$T_1^* = 0,56 T + 0,13 T_e,$$

где T - температура газа.

Слагаемое $0,13 T_e$ отражает существование поперечного потенциала U_1 , ускоряющего ионы к стенкам трубки и связанного с T_e , при условии $\lambda_i > z$, соотношением $eU_1 = 1,1 kT_e$.

Результаты определения T_e приведены в таблице. Из таблицы видно, что T_e растет от $5 \cdot 10^4$ до $9 \cdot 10^4$ (для $p_{Ar} = 0,37$ торр) с ростом плотности тока от 150 до 350 а/см². Если линейный рост T_e с ростом j сохранится и при больших плотностях тока, то следует ожидать, что при $j = 550$ а/см² T_e достигнет значения $13 \cdot 10^4$ °К. В соответствии с ростом температуры T_e от $5 \cdot 10^4$ до $9 \cdot 10^4$ растет и U_1 от 4,6 в до $\sim 8,3$ в.

$j, \text{a/cm}^2$	$T_e \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{K}$			$N_e \cdot 10^{-13} \text{ cm}^{-3}$			$N_e \cdot 10^{-13}$ экспер.
	P, тор			P, тор			P, тор
	0,21	0,37	0,62	0,21	0,37	0,62	0,4
150	5,5	5	3,3	1,0	1,8	2,4	
200	6,6	5,9	4,3	1,4	2,3	3,3	3,4
250	7,6	6,9	5,3	1,6	2,8	4,1	
300	8,7	7,9	6,3	1,8	3,1	4,6	
350	9,9	9,1	7,6	1,9	3,2	4,8	

Из полученных нами результатов следует, что наблюдаемый с ростом плотности тока в капилляре рост интенсивности спонтанного излучения линий A_{27} и увеличение мощности когерентного излучения ОКГ прежде всего связан с ростом электронной температуры.

Если известна электронная температура, то можно определить концентрацию электронов, воспользовавшись формулой для электропроводности, взятой из работы Колесникова [4],

$$\sigma = \frac{407 N_a k_6 (0)}{T_e^{1/2} [N_i \langle Q_i \rangle + N_a \langle Q_a \rangle]}$$

и связь электропроводности с плотностью тока $-j = \sigma E$. Величины j и E известны из эксперимента; N_i и N_a - концентрации ионов и атомов в разряде; $\langle Q_i \rangle$ и $\langle Q_a \rangle$ - соответствующие сечения электропроводности. Оценки показывают, что в нашем случае членом $N_i \langle Q_i \rangle$ ($\langle Q_i \rangle \sim 10^{-14} \text{ cm}^2$) с точностью $\sim 15\%$ можно пренебречь по сравнению с членом $N_a \langle Q_a \rangle k_6(0)^{-1}$. Сечения электропроводности $\langle Q_a \rangle$ в зависимости от электронной температуры были рассчитаны П.Л.Рубиним^{I)}. При $5 \cdot 10^4 \text{ }^\circ\text{K}$ оно равно $8 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$, при $9 \cdot 10^4 \text{ }^\circ\text{K}$ - $6 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$. Результаты расчета N_e приведены в таблице. Рассчитанные значения концентрации N_e находятся в удовлетворительном согласии с определен-

ным экспериментально по полуширине линии водорода H_{β} значением N_e . Из таблиц также видно, что с ростом j вдвое почти вдвое же возрастает и N_e - концентрация электронов. Резюмируя, можно сказать, что в результате проведенных исследований получены основные характеристики разряда, применяемого для аргонного ионного ОКГ, что представляет несомненный интерес для представлений о механизме, обеспечивающем инверсную населенность. Подчеркнем, что установленный нами факт роста T_e с плотностью тока несомненен, что же касается абсолютных значений температур, то они требуют проверки другими независимыми методами.

В заключение авторы приносят благодарность А.А.Рухадзе за ценные дискуссии и советы.

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

Поступило в редакцию
17 июня 1966 г.

Литература

- [1] В.Ф.Китаева, Д.И.Осипов, Н.Н.Соболев. Докл. АН СССР, (в печати).
- [2] Д.М.Каган, В.И.Перель. ЖЭТФ, 29, 884, 1955.
- [3] Д.М.Каган, В.И.Перель. Оптика и спектроскопия, 4, 3, 1958.
- [4] В.Н.Колесников. Диссертация, ФИАН, 1962.

1) Пользуясь случаем авторы приносят благодарность П.Л.Рубину за предоставление результатов расчета сечений электропроводности до их опубликования.

ЭФФЕКТ ДЕ ГААЗА - ВАН АЛЬФЕНА В ЦИНКЕ В ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

В.А.Вентцель, А.И.Лихтер, А.В.Руднев

Настоящая работа посвящена изучению эффекта де Гааза - ван Альфена в цинке в импульсных магнитных полях до 75 кэ. Эксперименты в статических магнитных полях до 30 кэ [1,2] (обзор ранних работ

216