

А. М. ШУХТИН

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПАРОВ В ПОЛОЖИТЕЛЬНОМ СТОЛБЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА МЕТОДОМ КРЮКОВ
РОЖДЕСТВЕНСКОГО**

(Представлено академиком А. А. Лебедевым 1 XI 1951)

В литературе имеются указания на возможность значительного влияния разряда на плотность газа (^(1,2) и др.). Экспериментальные работы, посвященные этому вопросу (⁽³⁻⁵⁾), дают противоречивые результаты, а методы исследования вызывают ряд существенных возражений. Так, даже в наиболее интересных работах Л. А. Сена фактически измеряется плотность паров вне разряда (в денситометре) и на основании этих измерений выводятся заключения о плотности паров в разряде. Кроме того, в трубку вводится зонд значительных размеров, неизбежно искажающий разряд.

Замечательным методом, вполне свободным от указанных недостатков, является оптический метод — метод крюков Д. С. Рождественского. Он применим для измерения плотности паров ряда элементов как в разряде, так и без разряда.

Отсылая для подробного знакомства с методом крюков к оригинальным работам (⁽⁶⁾), укажем лишь следующее. Если на пути одного светового пучка в интерферометрической установке Д. С. Рождественского поместить столб паров или газа, имеющих линии поглощения в области спектра, доступной для исследования, а на пути другого пучка — плоско-параллельную прозрачную пластинку, то на спектрограмме вблизи линии поглощения получатся крюки (см. рис. 1).

Расстояние между вершинами крюков Δ и число поглощающих атомов N связаны выражением

$$\Delta^2 = \frac{e^2 \lambda_{ki} d}{mc^2} \frac{Nf}{K}; \quad (1)$$

здесь c — скорость света, d — длина столба паров, λ_{ki} — длина волны линии поглощения, f — «сила осциллятора», K — постоянная метода крюков, зависящая от толщины и дисперсии введенной пластинки.

Если нижним уровнем линии поглощения является нормальный уровень атома, то N дает число атомов в нормальном состоянии, которое практически совпадает с полным числом атомов данного элемента в единице объема.

По измеренным значениям Δ , пользуясь уравнением (1), можно вычислить произведение Nf . Для определения абсолютного значения N нужно знать f . Для выяснения же влияния разряда на плотность паров нет надобности знать абсолютное значение N , достаточно получить спектрограмму при прохождении разряда через столб паров и без

разряда. Отношение квадратов расстояний между вершинами крюков и дает отношение плотностей пара без разряда и в разряде:

$$\frac{\Delta_0^2}{\Delta_I^2} = \frac{N_0}{N_I}. \quad (2)$$

Следует заметить, что в случае неоднородной плотности вдоль столба измерения дадут некоторую среднюю плотность, ничего не говоря о степени неоднородности. Столб же, неоднородный по поперечному сечению, уже не будет эквивалентен плоско-параллельной пластинке. Это должно повести к ухудшению качества крюков, не оказывая заметного влияния на интерференционную картину вдали от линии поглощения. Таким образом, уже по качеству крюков можно судить о степени однородности столба по поперечному сечению. Заметное изменение плотности паров столба за время съемки спектрограммы также приведет к ухудшению качества крюков. Этим обстоятельством можно воспользоваться, например, для выяснения вопроса о стационарности плотности паров в разряде переменного тока.

Нами был использован метод Д. С. Рождественского для измерения плотности паров цезия и ртути в положительном столбе разряда.

При работе с парами цезия в интерферометрическую установку Д. С. Рождественского вводилась разрядная трубка с плоско-параллельными окошками конструкции, описанной ранее (7). Диаметр трубки $D = 25$ мм, такого же диаметра была рабочая часть окошек, ограничивавших столб паров. Длина столба 34 см. Измерения производились по крюкам около линий второго дублета главной серии цезия $\lambda_1 = 4555 \text{ \AA}$ и $\lambda_2 = 4593 \text{ \AA}$. Плотность паров без разряда устанавливалась нагреванием отростка трубки, содержавшего жидкий цезий, до определенной температуры, которая затем и поддерживалась постоянной во время опыта. Сама трубка, для устранения конденсации паров на стенках, имела температуру несколько более высокую, чем отросток. Опыты велись при двух температурах отростка: $t_I = 150^\circ$ и $t_{II} = 200^\circ$, которым соответствуют вычисленные упругости паров цезия $P_I = 8,8 \cdot 10^{-3}$ и $P_{II} = 7,5 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст. Разрядные токи изменялись от 0,2 до 7,5 а.

Для каждого тока производилась серия снимков последовательно с разрядом и без разряда. Затем снимки промерялись под компаратором и вычислялись отношения N_0/N_I . Результаты измерений приведены в табл. 1. $(N_0/N_I)_I$ и $(N_0/N_I)_{II}$ дают значения отношений, полученные при температурах отростка $t_I = 150^\circ$ и $t_{II} = 200^\circ$, соответственно.

Таблица 1

Разрядный ток в а	$(N_0/N_I)_I$	$(N_0/N_I)_{II}$
0,2	1,09	1,16
0,5	1,10	1,25
1,0	1,27	1,36
2,0	1,40	1,80
3,5	2,20	2,75
5,0	3,00	3,40
7,5	—	7,00

На рис. 1 (см. вклейку к стр. 25) приведены два снимка крюков. Снимок *a* получен при разрядном токе в трубке $I = 5,0$ а, снимок *б* — без разряда. Температура отростка в обоих случаях равна 200° .

Из табл. 1 и рис. 1 видно, что разряд оказывает значительное влияние на плотность паров цезия. Это влияние особенно велико при больших разрядных токах.

При измерениях плотности паров ртути употреблялась аналогичная разрядная трубка с горячим катодом. Диаметр $D = 22$ мм, длина столба 40 см. Измерения производились на крюках около линии $\lambda = 2537 \text{ \AA}$ при разрядных токах от 0,5 до 2 а и при температурах отростка, содержащего жидкую ртуть, от 80 до 120° . Этим темпера-

турам соответствуют табличные значения упругостей пара $P_1 = 0,09$ мм и $P_{II} = 0,76$ мм рт. ст.

Снимки с несомненностью указывают, что изменение плотности имеет место и в случае разряда в парах ртути. Относительное изменение плотности растёт с увеличением упругости пара и разрядного тока.

При разрядном токе в 2 а и температуре отростка в 120° , по нашим измерениям, отношение $N_0/N_i = 1,7$.

Работать с парами ртути по техническим причинам чрезвычайно затруднительно. Количественные данные по измерению плотности паров ртути поэтому менее точны, чем измерения плотности паров цезия.

Визуальные наблюдения в случае разряда в цезии показали, что изменение плотности пара происходит мгновенно в момент включения и выключения разряда и сразу же устанавливается стационарное состояние.

Явление разрежения наблюдалось также в парах цезия при высоко-частотном разряде.

Световой пучок у нас захватывал все поперечное сечение столба паров. При включении разряда изменялось расстояние между вершинами крюков, но качество их заметно не ухудшалось. Однако вопрос о распределении плотности паров по сечению, равно как и причины, вызывающие разрежение, требуют дополнительного изучения.

В заключение выражаю глубокую благодарность чл.-корр. АН СССР С. Э. Фришу за внимательное руководство настоящей работой и проф. Г. С. Кватеру, предоставившему возможность пользоваться его интерферометрической установкой.

Поступило
6 VII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. Клярфельд и И. Полетаев, ДАН, **23**, № 5 (1939). ² L. Tonks, Trans. Electrochem. Soc., **72**, 167 (1937). ³ И. Полетаев, ЖТФ, **9**, в. 5, 455 (1939).
⁴ A. Engel, Zs. f. techn. Phys., **17**, 404 (1936). ⁵ Л. А. Сена и Р. Я. Барская, Сборн. статей, посвящ. 70-летию со дня рождения акад. Иоффе, 1950. ⁶ Д. С. Рождественский, Простые соотношения в спектрах щелочных металлов, СПб, 1915.
⁷ Н. П. Пенкин и А. М. Шухтин, Изв. АН СССР, сер. физ., **12**, 4, 376 (1948).