

А. М. ШУХТИН

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПАРА ЗА АНОДОМ И ЗА КАТОДОМ РАЗРЯДНОЙ ТРУБКИ

(Представлено академиком А. А. Лебедевым 10 VII 1953)

Ранее нами было установлено <sup>(1)</sup>, что прохождение разрядного тока сопровождается значительным уменьшением плотности пара в области положительного свечения. В связи с этим представляло интерес выяснить вопрос о влиянии разрядного тока на плотность пара в других частях прибора, в частности в объемах, расположенных за анодом и за катодом разрядной трубки.

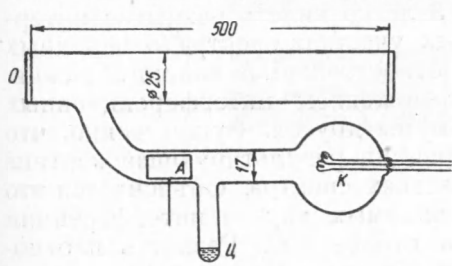


Рис. 1

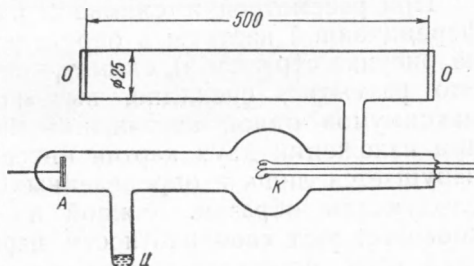


Рис. 2

Измерения\* плотности пара проводились оптическим методом с использованием разрядных трубок, схема которых изображена на рис. 1 и 2.

Каждая из разрядных трубок вводилась в печь и подогревалась до температуры более высокой, чем температура источника пара. Источником пара служил металлический цезий, помещенный в боковой отросток Ц, подогреваемый другой печью с независимой регулировкой температуры.

Для определения плотности пара за анодом столб пара, ограниченный плоскопараллельными окошками ОО (см. рис. 1), вводился в одну из ветвей интерферометра Рождественского, скрещенного со спектрографом <sup>(2)</sup>. При освещении оптической системы светом источника сплошного спектра в спектрографе можно было наблюдать интерференционные полосы, вычерчивающие кривую дисперсии вблизи линии поглощения.

Визуальные наблюдения показали, что включение разрядного тока в промежутке АК сопровождается едва заметным изменением наклона интерференционных полос вблизи линии поглощения. Для определения величины изменения плотности пара, вызываемого разрядным током, фотографировалась картина крюков в области первого дублета цезия ( $\lambda\lambda$  8943—8521 Å). Интерференционные картины, получаемые

\* В проведении эксперимента участвовала тов. И. М. Лисс.

при наличии разрядного тока и в его отсутствие, фотографировались отдельно (рис. 3, снимки 1, 3) и, кроме того, при наложении обеих картин друг на друга (рис. 3, снимок 2). Время экспозиции, соответствующее снимку 2, разделялось на две равные части. В первую половину времени экспозиции разряд был погашен, а во вторую — горел. Положение кассеты за время всей экспозиции оставалось неизменным. Интерференционные картины, наложенные друг на друга, достаточно строго совпали в области вершин крюков. Вершины крюков остались достаточно резко выраженными. На этом основании, не прибегая к измерениям спектрограмм, можно утверждать, что плотность пара в объеме  $OO$ , в пределах чувствительности метода крюков, не зависит от прохождения тока в промежутке  $AK$ .

Измерения плотности пара за катодом проводились по аналогичной схеме с использованием разрядной трубки, изображенной на рис. 2. И в этом случае спектрограммы, соответствующие наложению двух картин, давали вполне отчетливые интерференционные полосы (рис. 3, снимок 2). Значит, и здесь разрядный ток не вызывает заметных изменений плотности пара в объеме  $OO$ . Опыты проводились с использованием разрядных трубок, соединенных с вакуумной системой, и трубок, отпаянных от системы. Силы разряда токов изменялись от 0 до 8 а, упругости пара — от  $\sim 0,01$  до  $\sim 0,1$  мм рт. ст. В этих условиях протекание разрядного тока не вызывало заметного смещения крюков, получаемых на спектрограммах.

При рассмотрении снимка 2 рис. 3 легко видеть размытие интерференционной картины в определенных участках спектра (отмеченных на рисунке стрелками), симметричных относительно линии поглощения. Это размытие, очевидно, вызвано наложением интерференционных максимумов одной картины на минимумы другой. Существенно, что при наложении двух картин интерференции результирующая картина нарушается лишь в определенных участках спектра. Объясняется это следующим образом. Каждой из налагаемых картин интерференции соответствуют свои плотности пара в столбе  $OO$ . Разность плотностей пара, соответствующих одной и другой картине, очень мала. Для участков спектра, далеких от линии поглощения, оптические длины столба пара практически остаются неизменными. По мере продвижения к линии поглощения разность оптических длин столба, обусловленная данным различием плотностей пара, непрерывно возрастает. В определенном участке спектра она достигает значения  $\lambda/2$ . Здесь максимумы одной картины совпадают с минимумами другой; полосы размываются. Для длин волн, более близких к линии поглощения, разность оптических длин столба достигает значения  $\lambda$ . Здесь совпадут максимумы соседних порядков двух картин. Для участков спектра, еще более близких к линии поглощения, размытие полос должно повторяться. На своих снимках мы не наблюдали таких повторений потому, что в соответствующих участках спектра было невозможно обнаружить полосы интерференции даже и в одиночной картине.

Определив место размытия полос на спектрограмме, можно вычислить соответствующее изменение плотности пара в столбе.

Действительно, пользуясь формулой Зеллмейера для одиночной спектральной линии, можно написать выражение оптической длины ( $L_1$ ) столба пара начальной плотности и выражение его оптической длины ( $L_2$ ) при измененной плотности пара в следующем виде:

$$L_1 = \frac{e^2}{4\pi mc^2} \frac{\lambda_k^r}{\lambda_k - \lambda_0} N_1 f l + l, \quad (1)$$

$$L_2 = \frac{e^2}{4\pi mc^2} \frac{\lambda_k^3}{\lambda_k - \lambda_0} N_2 f l + l. \quad (2)$$

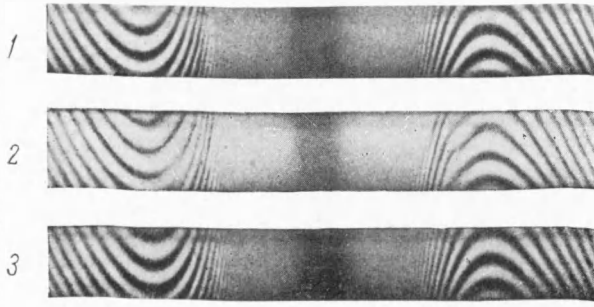


Рис. 3

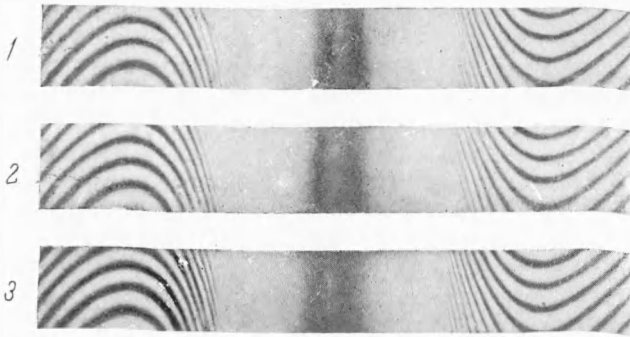


Рис. 4

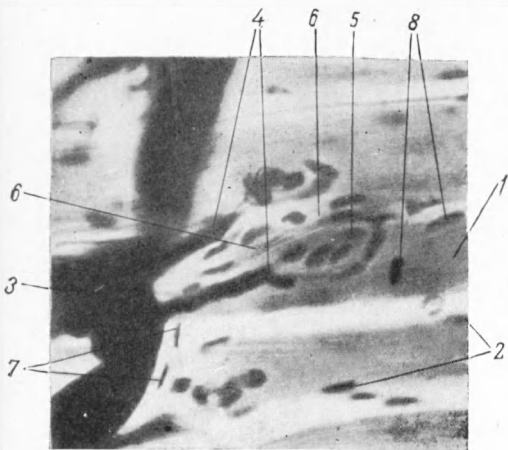


Рис. 1. Моторная бляшка в икроножной мышце крысы. Норма. Грос — Бильшовский — Лаврентьев,  $\times 500$ . 1 — мышечное волокно, 2 — мышечные ядра, 3 — нервный ствол, 4 — концевые разветвления нерва, 5 — площадка моторной бляшки, 6 — капилляры, 7 — ядра эндотелия, 8 — ядра адвентициальных клеток



Рис. 4. Икроножная мышца, 6 мес. после операции. Грос — Бильшовский — Лаврентьев,  $\times 500$ . А — участок, не подвергшийся атрофии; Б — участок, подвергшийся атрофии. 1 — мышечные волокна, 2 — нервные волокна, 3 — соединительная ткань, заместившая мышечные волокна, 4 — кровеносный сосуд

Здесь в множитель  $\frac{e^2}{4\pi mc^2}$  входят известные константы,  $\lambda_0$  — длина волны линии поглощения,  $\lambda_k$  — длина волны, для которой вычисляется  $L$ ,  $l$  — геометрическая длина столба,  $N_1$  и  $N_2$  — концентрация нормальных атомов в первом и втором случаях,  $f$  — «сила осциллятора».

Написав разность оптических длин  $L_1 - L_2$  и приравняв ее  $\lambda_k/2$ , получим следующее выражение для разности концентраций атомов  $\Delta N = N_1 - N_2$ :

$$\Delta N = \frac{2\pi mc^2}{e^2} \frac{1}{fl} \frac{\lambda_k - \lambda_0}{\lambda_k^2}. \quad (3)$$

Из формулы (3) видно, что с возрастанием измеряемой разности плотностей пара значение  $\lambda_k - \lambda_0$  должно возрастать, т. е. место первого размытия картины будет отодвигаться от линии поглощения. Опыт показал, что с возрастанием разрядного тока в промежутке АК (рис. 1) на снимках, соответствующих наложению двух картин, место размытия несколько сдвигается от линии поглощения.

Вычисления, проведенные по формуле (3) с использованием результатов измерения спектрограмм, показали, что изменение плотности пара за анодом трубки, вызываемое разрядным током, очень мало. Так, для силы тока  $I = 5$  а изменение концентрации нормальных атомов оказалось равным  $\Delta N \cong 10^{13} \text{ см}^{-3}$ , что составляет менее 1% от начальной плотности пара.

На снимках, полученных при изменении плотности пара за анодом, не наблюдалось размытия полос. Правда, в этом случае мы пользовались более тонкой компенсационной пластинкой и не могли наблюдать полосы интерференции в участках спектра, соответствующих месту размытия в первом случае.

Результаты опыта позволяют сделать следующие выводы.

1. В условиях нашего эксперимента разрядный ток практически не вызывает изменения плотности пара за анодом и катодом разрядной трубки.

2. Метод наложения картин интерференции позволяет обнаружить весьма малые разности плотностей пара и может быть использован для изучения процессов, связанных с малыми изменениями концентраций нормальных или возбужденных атомов.

В заключение выражаю благодарность чл.-корр. АН СССР С. Э. Фришу за внимательное руководство настоящей работой.

Ленинградский государственный университет  
им. А. А. Жданова

Поступило  
18 VI 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> А. М. Шухтин, ДАН, 82, № 1, 41 (1952). <sup>2</sup> Д. С. Рождественский, Работы по аномальной дисперсии в парах металлов, изд. АН СССР, 1951.