

Ю. В. ЖАРКОВА и Г. Н. РОХЛИН

РЕЗОНАНСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ РАЗРЯДА В ПАРАХ КАДМИЯ

(Представлено академиком Г. С. Ландсбергом 11 IX 1951)

Вытекающий из теории разряда важный вывод о большой роли сингулетной линии в излучении разряда ⁽¹⁾ был до сих пор проверен только для ртути ^(2, 3). Поэтому для обобщения теории разряда и практики его применения представляет интерес исследование резонансного излучения разрядов в парах других металлов, атомы которых имеют структуру, подобную ртути.

С этой целью нами в 1947—1948 гг. были поставлены эксперименты с разрядом в чистых парах кадмия. Кадмий обладает гораздо более удобным, чем ртуть, расположением резонансных линий.

Эксперименты производились на кварцевой лампе специальной конструкции, дававшей возможность проводить одновременно как оптические, так и электрические зондовые измерения разряда в чистых парах кадмия при различных давлениях и силах тока. Электрокинетические характеристики снимались с помощью двух цилиндрических зондов, впаянных по оси трубки. Особое внимание было обращено на получение чистых условий разряда и точное регулирование давления паров кадмия.

На этой лампе были экспериментально получены значения интенсивности обеих резонансных линий кадмия, а также электронной температуры (T_e), концентрации электронов (N_e) и градиента потенциала (G) в зависимости от давления паров кадмия (от $6 \cdot 10^{-4}$ до 1 мм рт. ст.) для нескольких сил тока (от 0,15 до 0,8 а).

Зависимость относительной интенсивности резонансных линий кадмия от давления и силы тока в разряде определялась двумя методами: 1) визуально, с помощью люминесцирующего спектрофотометра, собранного нами для этой цели, и 2) фотографически. Оба метода дали в основном совпадающие результаты.

На рис. 1 приведена в соответствующем масштабе (с учетом пропускания кварца трубки) зависимость интенсивности резонансных линий кадмия 2288 и 3261 Å от давления для нескольких сил тока.

В то время как ход интенсивности с давлением интеркомбинационной линии кадмия 3261 Å подобен ходу соответствующей линии ртути (2537 Å, ⁽³⁾), для сингулетной линии кадмия наблюдается значительно более сложная зависимость. Обращает на себя внимание наличие двух максимумов интенсивности. Насколько нам известно, подобный ход интенсивности резонансной линии с давлением наблюдается впервые.

Полученные из зондовых измерений значения T_e , N_e и G в зависимости от давления (см. рис. 2, где в качестве примера приведены значения T_e , N_e и G для силы тока 0,3 а) ⁽¹⁾ дают возможность рас-

считать ход интенсивности резонансных линий кадмия с давлением и сравнить его с результатами оптических измерений.

Рассчитанные этим путем значения интенсивностей вполне удовлетворительно совпадают с экспериментальными результатами. Хорошо совпадают также и положения максимумов интенсивности с давлением. У линии 2288 Å теоретически рассчитанный максимум совпадает с первым максимумом экспериментальной кривой. Таким образом, эти результаты являются еще одним доказательством правильности теоретических положений, на которых основан вывод формулы, определяющей интенсивность излучения разряда.

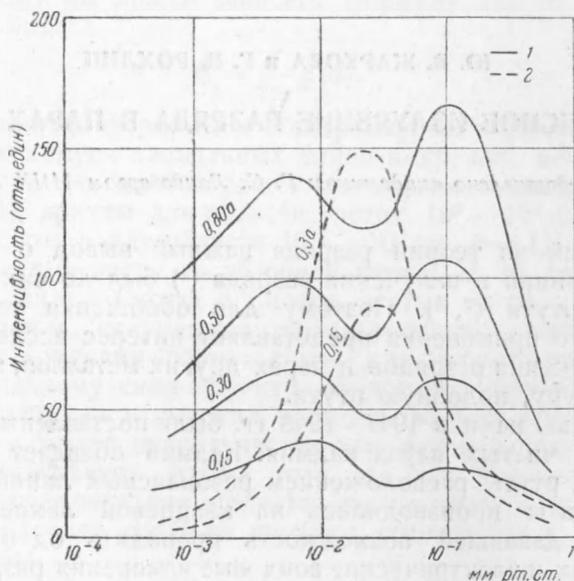


Рис. 1. Интенсивность резонансных линий кадмия в зависимости от давления. 1 — 2288 Å, 2 — 3261 Å

Однако данный расчет не может объяснить появление второго максимума интенсивности, найденного нами у синглетной линии кадмия. Выяснение этого вопроса представляет несомненный теоретический интерес.

Специальная проверка экспериментальной методики убедила нас в том, что появление этого максимума не может быть приписано причинам методического характера (контракция разряда с давлением, рассеянный свет, неразрешенные в спектрографе близкие линии кадмия или примесей) и должно быть связано с механизмом разряда. Можно предположить, что появление второго максимума при давлениях порядка 0,1 мм рт.ст. может быть вызвано ступенчатым возбуждением уровня 1P_1 с триплетных уровней $^3P_{0,1,2}$. Ряд соображений и экспериментальных фактов косвенно подтверждает это предположение. Однако для окончательного выяснения причин появления второго максимума интенсивности у синглетной линии кадмия потребуются постановка специальных экспериментов. Во всяком случае, полученные нами данные свидетельствуют о роли вторичных процессов в возбуждении синглетной резонансной линии. До сих пор была установлена роль вторичных процессов только в возбуждении интеркомбинационной линии ртути 2537 Å.

Полученные в настоящей работе данные оптических и зондовых измерений позволяют оценить величину эффективных сечений атомов кадмия для возбуждения резонансных линий. Необходимую для рас-

четов абсолютную величину энергии излучения резонансных линий можно оценить, полагая, что на долю резонансных линий приходится, как и в случае других разрядов ⁽⁵⁾, $0,7 \div 0,8$ от подводимой к положительному столбу мощности.

Определенные таким образом эффективные сечения атомов кадмия имеют следующие значения: для линии 2288 Å порядка $160 \text{ см}^2/\text{см}^3$.

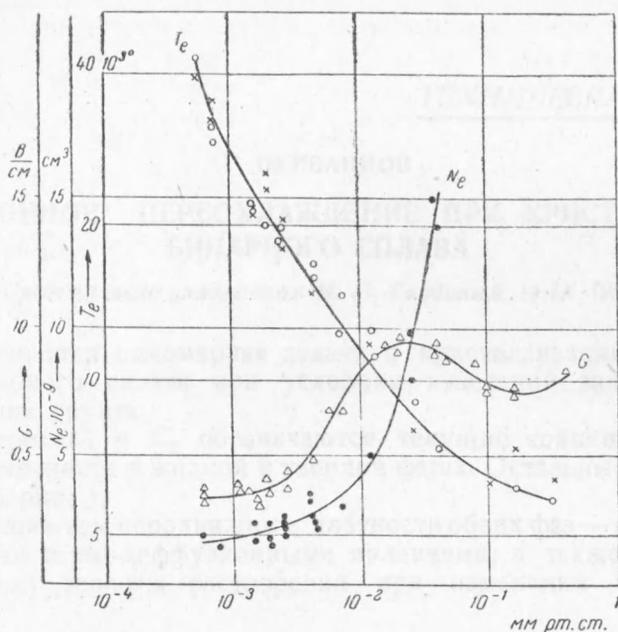


Рис. 2. Электронная температура (T_e), концентрация электронов (N_e) и градиент потенциала (G) кадмиевого разряда в зависимости от давления (сила тока 0,3 а, диаметр разрядной трубки 26 мм)

а для линии 3261 Å порядка $20 \text{ см}^2/\text{см}^3$, что примерно на порядок величины больше соответствующих эффективных сечений для ртути ⁽⁶⁾.

Авторы выражают свою благодарность проф. В. А. Фабриканту, по предложению и под руководством которого проводилась эта работа.

Всесоюзный электротехнический институт
им. В. И. Ленина

Поступило
6 VIII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. А. Фабрикант, ДАН, 15, 451 (1937); Тр. ВЭИ под ред. П. В. Тимофеева, 236 (1940). ² В. А. Фабрикант, ЖЭТФ, 8, № 5 (1938). ³ Ф. А. Бутаева, ДАН, 27, 654 (1940); ЖТФ, 26, № 10 (1946); Ф. А. Бутаева и В. А. Фабрикант, ЖТФ, 28, № 9 (1948). ⁴ В. А. Фабрикант, ДАН, 25, № 8 (1939). ⁵ Б. Н. Клярфельд, Тр. ВЭИ под ред. П. В. Тимофеева, 204 (1940). ⁶ В. А. Фабрикант и И. Цирг, ДАН, 26, 279 (1937).