

## О ПОГЛОЩЕНИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ГАЗОВОЙ СРЕДОЙ В ЛАМПАХ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ С ИЗЛУЧАЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Инж. С. Г. Ашурков, канд. техн. наук Г. С. Сарычев

Всесоюзный светотехнический институт

В металлогалогенных лампах (МГЛ), наполняемых легко испаряющимися и диссоциирующими соединениями, чаще всего иодидами металлов, отдельные компоненты в области пониженной температуры у стенки ассоциируют до исходного состояния (иодида). Газовая среда с парами иодида у стенки образует для плазмы разряда «холодную оболочку», которая, являясь селективным оптическим ослабителем [Л. 1] и обладая достаточной толщиной, должна сказываться на спектральном распределении энергии излучения МГЛ.

Несмотря на важность изучения данного вопроса, публикации по нему практически отсутствуют, а высказанные в ряде работ отдельные суждения противоречивы [Л. 2—4]. Настоящая работа является попыткой количественной оценки влияния «холодной оболочки» на формирование спектральных характеристик МГЛ.

Исследовалось ослабление в парах иодидов металлов излучения линий, лежащих в видимой и ближней ультрафиолетовой (УФ) областях спектра, представляющих наибольший практический интерес.

Однородный столб пара создавался в кварцевой кювете 3 (рис. 1) с плоскопараллельными окнами из оптического кварца толщиной 1 мм. Давление паров веществ регулировалось изменением температуры наиболее холодной части кюветы<sup>1</sup>, выполненной в виде отростка. Кювета помещалась в разъемную печь 2, а отросток — в отдельную печь 7, описанную в [Л. 6]. Температура в печах измерялась с помощью термометра и поддерживалась в печи 2 от 1100 до 1160 К, т. е. была близка к температуре «холодной оболочки» в реальных МГЛ. Температура отростка варьировалась.

В качестве источника просвечивающего излучения 6 применялись трубчатые МГЛ с теми же излучающими добавками, пары которых находились в кювете. Коллимация просвечивающего пучка лучей с апертурой 0,002 осуществлялась диафрагмами 4 и 5, а также высотой входной щели 1 монохроматора ДМР-4. Излучение принималось фотоумножителем ФЭУ-18А, и сигнал регистрировался миллиамперметром типа М-82 или микроамперметром типа М-95 (без шунта).

В зависимости от давления пара определялся интегральный показатель ослабления в линии  $K_\lambda$ , являющийся суммой интегральных показателей поглощения и рассеяния [Л. 7], который определяется выражением

$$K_\lambda = (1/l) \ln (F_{\lambda 0}/F_{\lambda l}), \quad (1)$$

где  $l$  — толщина однородного слоя пара изучаемого вещества в кювете, м;  $F_{\lambda 0}$  и  $F_{\lambda l}$  — интегральные лучистые потоки линии соответственно при отсутствии и наличии пара в кювете;  $F_{\lambda 0}$  измерялся при температуре отростка более 330 К.

Общим выражением для относительной погрешности измерения  $K_\lambda$ , как следует из (1), является

$$dK_\lambda/K_\lambda = (1/lK_\lambda) (dF_{\lambda 0}/F_{\lambda 0} + dF_{\lambda l}/F_{\lambda l}). \quad (2)$$

С учетом классов точности приборов М-82 и М-95 (2) конкретизируется:

$$\text{для } l \cdot K_\lambda < 13,8 + \ln F_{\lambda 0} \text{ это } dK_\lambda/K_\lambda = 1/lK_\lambda, \% \quad (3)$$

$$\text{и для } l \cdot K_\lambda > 13,8 + \ln F_{\lambda 0} - dK_\lambda/K_\lambda = 1,5/lK_\lambda, \% \quad (4)$$

<sup>1</sup> В работе была использована зависимость давления паров от температуры [Л. 5].

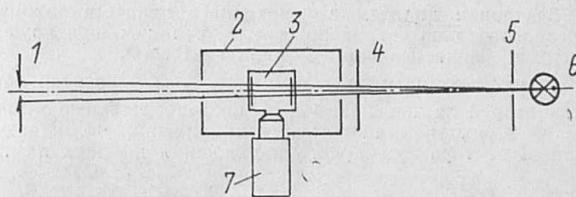


Рис. 1. Оптическая схема измерений.

**Результаты эксперимента.** Как следует из рис. 2—4,  $K_\lambda$  всех линий независимо от того, к какому веществу они относятся, растут с ростом давления соответствующих паров (с некоторым насыщением в области больших давлений) и уменьшением  $\lambda$ . Наибольшие из измеренных  $K_\lambda$  соответствуют резонансным УФ линиям Cd 326,1 нм и Tl 377,6 нм. Можно также заметить, что ослабление линий в парах CdI<sub>2</sub> больше, чем в парах Cd при одинаковых давлениях, что хорошо согласуется с данными [Л. 4] и не подтверждает априорного положения [Л. 2, 3] о возможности уменьшения поглощения резонансного излучения добавок «холодных оболочек» МГЛ за счет образования в них исходного галогенида, обладающего другими уровнями поглощения.

Аналогичные измерения и в том же диапазоне давлений были выполнены с парами InI и PbI<sub>2</sub>. Для InI получены немонотонная зависимость  $K_\lambda$  от  $\lambda$  в ближней УФ области и относительно малое ослабление видимого резонансного излучения In. Для линии In 410 нм  $K$  во всем диапазоне давлений ниже, чем для

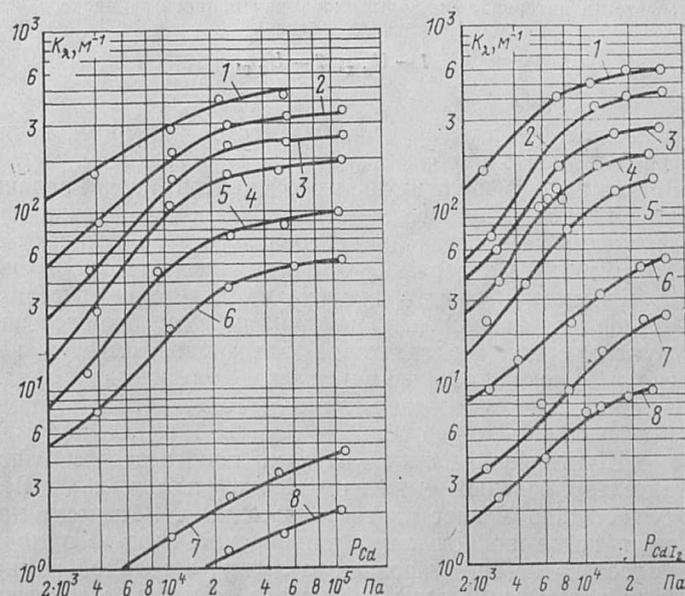


Рис. 2. Зависимость показателя ослабления излучения от давления паров Cd;  $l=18,1$  мм.

Просвечивающая лампа имеет мощность 500 Вт, внутренний диаметр 16 мм, межэлектродное расстояние 50 мм; дозировки: Hg — 3,3 мг/см<sup>3</sup>, Cd — 0,08 мг/см<sup>3</sup> и Ag —  $2,7 \cdot 10^3$  Па; 1 — линия Cd 326,1 нм; 2 — Hg 334; 3 — Cd 340; 4 — Cd 347; 5 — Cd 361; 6 — Hg 365/6; 7 — Cd 468; 8 — Hg 577/9.

Рис. 3. Зависимость показателя ослабления излучения от давления паров CdI<sub>2</sub>;  $l=18$  мм.

Спецификация по рис. 2.

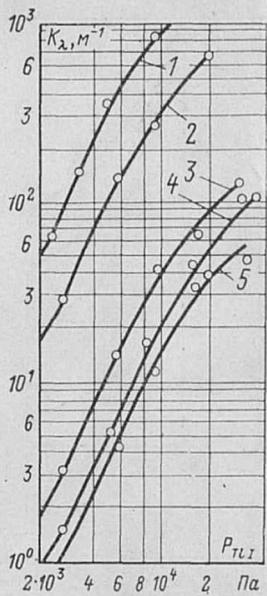


Рис. 4. Зависимость показателя ослабления излучения от давления паров Тl;  $l=9,8$  мм.

Просвечивающая лампа имеет мощность 330 Вт, внутренний диаметр 16 мм, межэлектродное расстояние 42 мм; дозировки: Hg—9 мг/см<sup>3</sup>, Тl—0,145 мг/см<sup>3</sup> и Ag— $2,7 \cdot 10^3$  Па; 1—линия Тl 377,6 нм; 2—Hg 312; 3—Hg 334; 4—Тl 352; 5—Тl 535 нм.

УФ линий Hg и In. Для PbI<sub>2</sub> также получена немонотонная зависимость  $K_\lambda$  от  $\lambda$  в синевioletовой и ближней УФ областях спектра, а также заметно меньшее, чем для УФ резонансных линий Cd 326,1 нм и Тl 377,6 нм, ослабление видимого резонансного излучения Рb 406 нм<sup>2</sup>.

Было исследовано также влияние присутствия Ag и паров Hg на  $K_\lambda$ . Давления Hg и Ag были равны соответственно  $8 \cdot 10^5$  Па и  $2,7 \cdot 10^3$  Па, а давление Тl варьировалось от  $2 \cdot 10^3$  до  $4 \cdot 10^4$  Па (рис. 4). Измерения показали, что Hg и Ag практически не оказывают дополнительного влияния на  $K_\lambda$  в «холодных оболочках» МГЛ, хотя и имеется небольшое (порядка 5%) увеличение ослабления в УФ области спектра.

**Обсуждение результатов.** Все полученные результаты вполне удовлетворительно объясняются на основе современных физических и фотохимических представлений и экспериментальных данных [Л. 1, 9—10]. Так, например, факт большего в целом ослабления УФ излучения, в частности резонансного, объясняется его большей физико-химической активностью [Л. 9]. Вероятно, ближнее УФ излучение вызывает фотодиссоциацию и преддиссоциацию квазимолекул Cd<sub>2</sub>, CdI, In<sub>2</sub>, Tl<sub>2</sub>.

Ультрафиолетовое резонансное излучение добавок в МГЛ ослабляется в «холодных оболочках» значительно сильнее, чем видимое резонансное.

Величину ослабления УФ резонансного излучения добавки «холодных оболочек» МГЛ можно проиллюстрировать на следующем примере. По данным в ртутно-таллиевой лампе с удельной мощностью 80 Вт/см, внутренним диаметром 24 мм и дозировками ртути и Тl 0,9 мг/см<sup>3</sup> и 0,0783 мг/см<sup>3</sup> толщина слоя неполной диссоциации молекул Тl равна  $\sim 5,5 \cdot 10^{-3}$  м.

<sup>2</sup> Несмотря на то, что аппаратура не позволила разделить линии Hg 404, 407 нм и линию Рb 406 нм, тот факт, что МГЛ с иодидом свинца не менее, чем втрое превосходит по к. п. д. излучения в этой области спектра чисто ртутную лампу [Л. 8], дает основание считать значение  $K_\lambda$  для линии Рb 406 нм достаточно близким к измеренному для группы линий 404/6/7 нм.

С учетом полученных нами данных коэффициент пропускания этого слоя для УФ резонансного излучения Тl 377,6 нм  $\tau_{\lambda=377,6} \approx e^{-300 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3}} \approx 0,19$ . Заниженное по сравнению с реальным значение  $\tau_{\lambda=377,6}$  в этом случае можно получить, если учитывать поглощение только в слое «стенка-граница зоны замыкания галогенидного цикла» (толщина слоя  $2 \cdot 10^{-3}$  м), однако и тогда  $\tau_{\lambda=377,6} \approx e^{-300 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} \approx 0,55$ , т. е. ослабление тоже существенно велико.

**Выводы.** 1. У ламп высокого давления с излучающими добавками, в частности металлогалогенных, «холодные оболочки» могут оказывать существенное влияние на их спектральные характеристики.

2. Экспериментально опровергнуто априорное представление о возможности уменьшения ослабления (поглощения) резонансного излучения добавок в «холодных оболочках» металлогалогенных ламп за счет ассоциации в них металла добавки с галогеном до исходного галогенида, что особенно наглядно проявляется в случае УФ резонансного излучения.

3. Показана большая в целом оптическая плотность «холодных оболочек» в лампах высокого давления с излучающими добавками для УФ линий по сравнению с видимыми. Исключения не составляют и резонансные линии.

#### Список литературы

1. Пирс Р., Гейдон А. Отождествление молекулярных спектров. М., ИЛ, 1949, 240 с.
2. Johnson P., Rautenberg T. — JOSA, 1964, № 2.
3. Рохлин Г. Н. Газоразрядные источники света. М.—Л., «Энергия», 1966, 560 с.; Физические основы генерирования ультрафиолетового излучения.— «Светотехника», 1969, № 2, с. 1—6.
4. Ашурков С. Г., Сарычев Г. С. Исследование разрядов высокого давления на основе паров кадмия.— «Светотехника», 1971, № 12, с. 10—11.
5. Стэлл. Давление паров индивидуальных веществ. М., ИЛ, 1949.
6. Сарычев Г. С., Гаврилкина Г. Н. Метод поддержания постоянного давления паров при исследовании характеристик газоразрядных ламп.— «Измерительная техника», 1967, № 3, с. 15.
7. Мешков В. В. Основы светотехники, ч. I. М., Госэнергоиздат, 1957.
8. Ашурков С. Г., Сарычев Г. С., Фуфаев Э. Ф. Ртутная лампа высокого давления с добавкой иодида свинца РbI<sub>2</sub>. АС № 377923. Оpubл. в бюл. «Открытия. Изобретения. Пром. образцы. Товарные знаки», 1973, № 18, с. 145.
9. Неуймин Г. Г. Фотодиссоциация молекул солей в газообразном состоянии.— В кн.: Элементарные фотопроеессы в молекулах. М.—Л., «Наука» 1966, 454 с.
10. Калверт Д., Питтс Д. Фотохимия. М., «Мир», 1968, 672 с.

УДК 612.84:628.93

## ОТЗЫВЧИВОСТЬ ЗРИТЕЛЬНОГО УТОМЛЕНИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ ПОЛОЖЕНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА И ЯРКОСТИ ФОНА

Инж. Л. В. Абрамова

Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева

Results are reported on the measurement of the visual fatigue quantitative characteristic as a function of the spatial position of a lighting device, an object under investigation and the background luminance. It is shown that the response of the visual fatigue is higher with the increase in the angles in the vertical and horizontal planes.

\* \* \*

Исследование влияния распределения излучения в пространстве освещаемого объекта осуществляется по видимости и характеризующим ее значениям эквивалентных параметров объекта наблюдения. В условиях производства зрительная работа происходит в течение всего рабочего дня и расположение осветительного прибора местного освещения оказывает влияние не только на видимость, но и на уровень зрительного утомления.