

шему 20%). Источником диффузного излучения служило отверстие фотометрического шара, приемником являлся фотоэлемент типа Ф-10 с полупрозрачным катодом, нанесенным на торцевое окно. Измерения производились со светофильтрами различной плотности и различной толщины. При измерениях учитывалось изменение ширины пучка из-за помещенного в него светофильтра. Расхождение между расчетными и экспериментальными значениями $(\tau - \tau_n)/\tau_n$ можно объяснить различием формы излучателя и приемника, различием коэффициента преломления стекол и погрешностью измерений, обусловленной многократными отражениями между элементами схемы и возможным попаданием на приемник рассеянного света, имеющего существенное значение при малых τ .

Достаточно хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных показывает, что принятые в расчете допущения правомерны.

Полученные результаты указывают на необходимость учета зависимости интегральных и спектральных коэффициентов пропускания от степени диффузности

светового пучка. Это особенно существенно для случаев использования плотных светофильтров, например, нейтральных, применяемых для ослабления излучения импульсных ламп или ОКГ при сравнительных измерениях со светоизмерительными лампами накаливания.

В некоторых случаях, например при измерениях светового потока или цветности электроннолучевых трубок, фотометрические погрешности могут возникать из-за изменения формы кривой спектрального пропускания светофильтров, измеренных при одном значении a/m (обычно $a/m=0$) и помещенных в световой пучок с другим a/m . В то же время зависимость τ_λ от a/m можно использовать для более точного приведения чувствительности фотоприемников к кривой эффективного действия излучения.

ЛИТЕРАТУРА

- Гершун А. А. Избранные труды по фотометрии. Физматгиз, 1958.
- Демидович Б. П. и Марон И. А. Основы вычислительной математики. Физматгиз, 1960.
- Гаванин В. А. «Светотехника», 1967, № 2.

УДК 621.327.43

ИССЛЕДОВАНИЕ РТУТНО-ГАЛОИДНОГО РАЗРЯДА МЕТОДОМ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ

Инж. А. М. КОКИНОВ

Всесоюзный институт источников света

В настоящее время широкое развитие получают газоразрядные источники света высокого давления с циклами галоидов металлов. Одной из основных задач экспериментальных исследований является отыскание условий разряда, способствующих выявлению спектра излучения, характерного для элементов добавок. Поскольку введение добавок приводит к теоретически трудно учитываемым изменениям состояния плазмы, то задача, как правило, решается подбором соотношения давления добавки и буфера для каждого конкретного случая. Для ртутных ламп ВД с йодидами таллия и индия, пары которых в разряде обычно не насыщены, необходимое давление добавки (несколько десятков мм рт. ст.) обеспечивается соответствующей дозировкой. Существенные трудности возникают при исследовании характеристик ламп с добавками галоидных соединений натрия и других элементов, давление паров которых при реальной удельной мощности, допускаемой кварцевой стенкой, не превышает 1 мм рт. ст. , а соответствующие дозированные количества веществ измеряются долями миллиграммма. Точная дозировка таких количеств даже в лабораторных условиях затруднительна. Поэтому галоиды натрия вводятся в лампы с избытком, и давление их насыщенных паров соответствует температуре наиболее холодной точки на поверхности горелки.

Для исследований характеристик разряда в функции давления насыщенных паров добавок применяются устройства, позволяющие принудительно поддерживать заданный тепловой режим горелки и отростка штенгеля — «холодной точки», в котором находится трудноиспаряющаяся добавка [Л. 1]. Однако при использовании такого способа невозможны прямые измерения некоторых световых параметров ламп, например, светового потока, кроме того, этот способ довольно сложен технически.

В наших исследованиях ртутного разряда ВД с добавкой йодида натрия использовался метод переходных режимов горения. Релаксационный метод впервые успешно применен Г. Н. Рохлиным и Г. И. Рабино-

вичем [Л. 2, 3] для исследований тепловых процессов в лампах ВД и для снятия характеристик разряда СВД при кратковременных перегрузках по мощности. В настоящей работе показано, что метод переходных режимов применим также и для исследований лучистых характеристик ртутно-галоидных ламп, и с его помощью могут быть получены экспериментальные данные, которые трудно получить в статических режимах горения разряда.

Метод основан на различной инерционности процессов установления равновесия плазмы разряда (10^{-3} сек) и теплового режима колбы (30—40 сек). Необходимое давление паров добавки достигается при длительной работе лампы в соответственно подобранном режиме горения. Затем посредством ступенчатого изменения величины балластного сопротивления лампа переводится в исследуемый режим. Большая тепловая инерционность горелки обеспечивает неизменность давления добавки на время, необходимое для осциллографической регистрации измеряемого параметра. Наблюдаемые различия характеристик ламп, снятых после переключения и в установленном режиме горения, обусловлены изменением давления паров добавки в течение переходного периода.

Исследовался ртутный разряд с добавкой йодида натрия в горелках ламп типа ДРЛ-250-2 СПО «Светотехника». Давление паров добавки в установленных режимах горения определялось температурой «холодной точки», которая находилась путем измерения

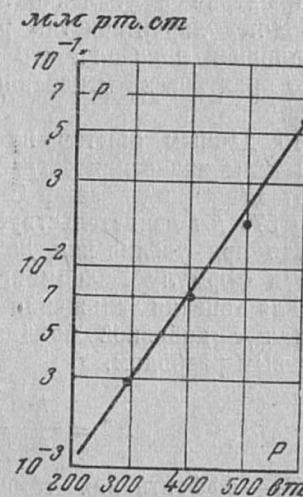


Рис. 1. Зависимость давления насыщенных паров NaJ от мощности в статическом режиме горения лампы.

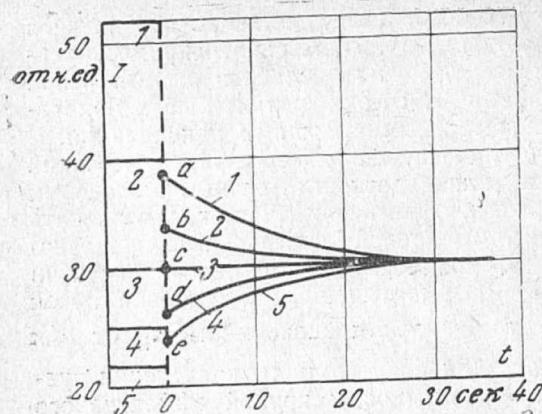


Рис. 2. Изменение силы излучения линии 579 нм (Hg) в переходных режимах после переключения на мощность 400 вт.

Мощность разряда до переключения: 1 — 600 вт; 2 — 500 вт; 3 — 400 вт; 4 — 300 вт; 5 — 250 вт.

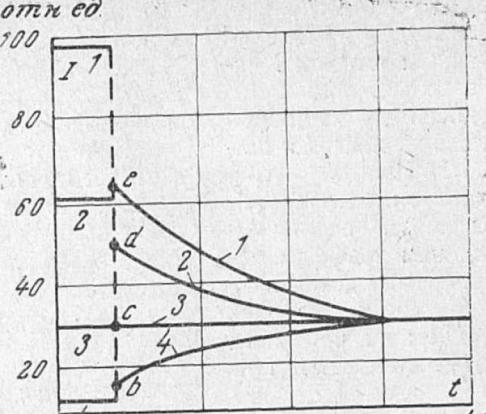


Рис. 3. Изменение силы излучения линии 589 нм (Na) в переходных режимах после переключения на мощность 400 вт.

Мощность разряда до переключения: 1 — 600 вт; 2 — 500 вт; 3 — 400 вт; 4 — 300 вт.

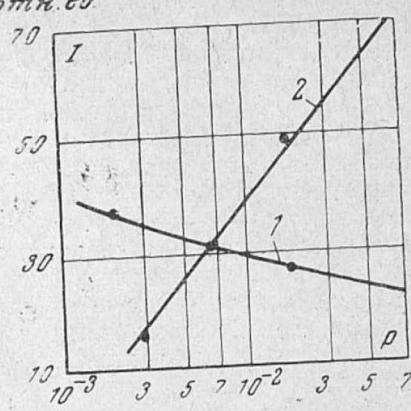


Рис. 4. Зависимость силы излучения линий 579 нм (Hg) — 1 и 589 нм (Na) — 2 от давления паров NaJ.

распределения температуры по поверхности горелки. Положение «холодной точки» контролировалось также визуально, как место наибольшей конденсации йодида. Измерения температуры проводились с помощью термопары типа «платина-платинородий». Перепад температуры на толщине стенок горелки в диапазоне мощностей 250—600 вт составлял по ориентировочным расчетам 10—30°C и учитывался при определении температуры «холодной точки». Требуемое давление паров добавки к моменту переключения создавалось за счет предварительной выдержки лампы в 250, 300, 400, 500 и 600-ваттных режимах горения. Зависимость давления паров добавки от подводимой к разряду электрической мощности показана на рис. 1.

Методом переходных режимов исследовалась зависимость силы излучения от давления добавки для группы желтых спектральных линий ртути с длиной волны λ , равной 579 нм, и D — линии натрия с λ , равной 589 нм. Лампы испытывались в 400-ваттном режиме горения.

Изменение силы излучения для спектральных линий в переходных режимах показано графически на рис. 2 и 3. Ординаты точек a, b, c, d, e соответствуют силе излучения линий сразу после переключения лампы на мощность 400 вт. Как видно из рисунков, установление параметров ламп происходит за 30—40 сек. Уменьшению давления паров добавки соответствует ослабление линий натрия и усиление линий ртути. Исследования переходных характеристик ртутной лампы без галоидных добавок показали, что отсутствие добавки обеспечивает практически мгновенное установление параметров лампы.

По данным опытов на рис. 4 построена зависимость силы излучения спектральных линий ртути и натрия от давления добавки. Спад силы излучения ртутной линии 579 нм свидетельствует о снижении температуры разряда при увеличении давления йодида натрия. Используя формулу Больцмана, можно получить выражение для оценки снижения эффективной температуры разряда с добавкой йодида натрия T по сравнению с ртутным разрядом:

$$\Delta T = \frac{k}{e} \frac{T_0^2}{U} \ln \frac{I_0}{I},$$

где T_0 — эффективная температура ртутного разряда; I_0 и I — сила излучения линии 579 нм в ртутном разряде (после переключения с мощности 250 вт) и в разряде с йодидом натрия; U — потенциал возбуждения линии; k — постоянная Больцмана; e — заряд электрона. Рассчитанная зависимость температуры разряда от

давления добавки при T_0 , равном 6000° К, показана на рис. 5. Значение эффективной температуры T_0 ртутного разряда рассчитывалось по величине разрядного тока после переключения лампы с 250-ваттного режима в 400-ваттный. Эффективная ширина разрядного канала определялась по методике, описанной в [Л. 4].

По данным опыта в исследованном диапазоне давлений добавки нарастание силы излучения линии натрия с ростом давления в первом приближении обратно пропорционально давлению йодида:

$$\frac{dI}{dp} \sim \frac{1}{p}.$$

Относительно слабая зависимость силы излучения D — линии натрия от давления добавки может быть объяснена самопоглощением излучения, возрастающим по мере увеличения концентрации атомов натрия в разряде.

Методом переходных режимов исследовались также световой поток, сила света, яркость и вольт-амперная характеристика ртутно-натриевого разряда. Как и следовало ожидать, световой поток лампы заметно возрастает при увеличении давления добавки (рис. 5). При этом световая отдача увеличивается с 40 до 60 лм/вт. Яркость центральных областей ртутно-натриевого разряда практически не зависит от давления йодида. Это, по-видимому, связано с тем, что изменение лучистости разряда в свете ртутных линий компенсируется изменением лучистости в свете D — линии натрия. В статических режимах горения яркость ртутного разряда и разряда с йодидом натрия находится в прямой пропорциональной зависимости от подводимой электрической мощности [Л. 4].

Было установлено также, что введение йодида натрия снижает напряжение на лампе. В наших опытах

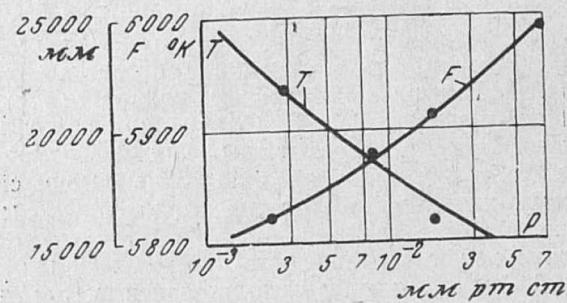


Рис. 5. Зависимость температуры T и светового потока F ртутно-натриевого разряда от давления паров NaJ.