

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТРУДЫ
XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНЧЕСКИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ИНКУБАТОРОВ

Томск, 17–18 мая 2016 г.

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2016

Метод динамического скачка давления для контроля мощности излучения двухполосной ХеСl/ХеВг-эксилампы барьерного разряда

М.В. Диденко

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук Э.А. Соснин,
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия*

mari.dm28@mail.ru

Данные о временном ходе давления в эксилампе в момент её включения позволяют объективно оценивать условия достижения максимальной эффективности излучения не только однополосных, но многополосных эксиламп.

Выбор режима работы эксилампы можно осуществлять, регистрируя термодинамические параметры прибора, а именно давление в системе. В этом случае эксилампа рассматривается как своего рода «тепловая машина», в которой при включении и в процессе работы происходит выделение энергии в ходе изохорного процесса (отличие состоит в том, что часть этой энергии теряется системой в форме УФ- и / или ВУФ-излучения). Как показали исследования, такой подход позволяет выбирать эффективный режим работы эксиламп, фиксируя лишь временной ход величины давления в эксилампе в самых разных условиях. Подход был апробирован в широком диапазоне условий по формированию излучения [2, 3]:

- при возбуждении различными типами разрядов (барьерный, емкостной и СВЧ-разряд);
- при формировании разряда в инертном газе (Хе, Аг) или в бинарных смесях «инертный газ (Хе, Кг, Аг) – галоген (Сl₂, Вг₂)»;
- при различных параметрах импульса возбуждения (фронт, амплитуда, частота).

После включения при зажигании разряда (в момент времени t_0) давление в лампе быстро возрастает от начального давления p_0 до значения $p_0 + \Delta p_1$ (где Δp – амплитуда быстрой составляющей скачка давления). Характерное время этого процесса составляет $\tau \sim 100$ мс в зависимости от состава и давления смеси. При $t > \tau$ рост давления замедляется: разогретая смесь начинает нагревать стенки колбы лампы, в результате ме-

няется давление в системе (рис. 1). Таким образом, о выделяемой в плазме энергии (за вычетом энергии, потраченной на люминесценцию) можно судить по величинам τ и Δp_1 . Далее происходит медленный линейный рост давления (характерное время процесса ~ 100 с), который на больших временах (длительность зависит от наличия охлаждения) стремится к насыщению.

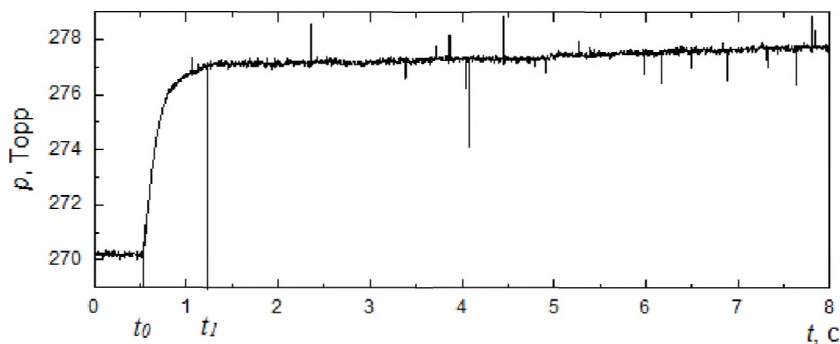


Рис. 1. Пример осциллограммы скачка

В настоящей работе предложенный подход использован для определения баланса энергии в эксилампе, в которой формируется интенсивное многополосное излучение в тройной смеси $\text{Xe}-\text{Br}_2-\text{Cl}_2$. Также будет сделано сравнение с однополосными эксилампами на молекулах XeCl^* и XeBr^* .

По сравнению с бинарными смесями, в тройных смесях, как показывают плазмохимические оценки и расчёты, происходят существенное разветвление каналов передачи энергии, увеличение количества реакций тушения одних рабочих молекул другими и промежуточными частицами и т.д. Это существенно усложняет применение плазмохимических расчётов для определения оптимальных условий возбуждения эксиламп [3]. В этом смысле можно использовать термодинамический подход как феноменологический, т.е. отвлечься от многообразия процессов передачи энергии между частицами плазмы и фиксировать временной ход давления в системе как макроскопический параметр, характеризующий баланс энергии в системе.

Регистрировали величину динамического скачка давления и энергетическую светимость лампы при включении. Известно, что тепловая

мощность W , рассеиваемая в коаксиальной эксилампе БР пропорциональна $\Delta p_1/p_0$.

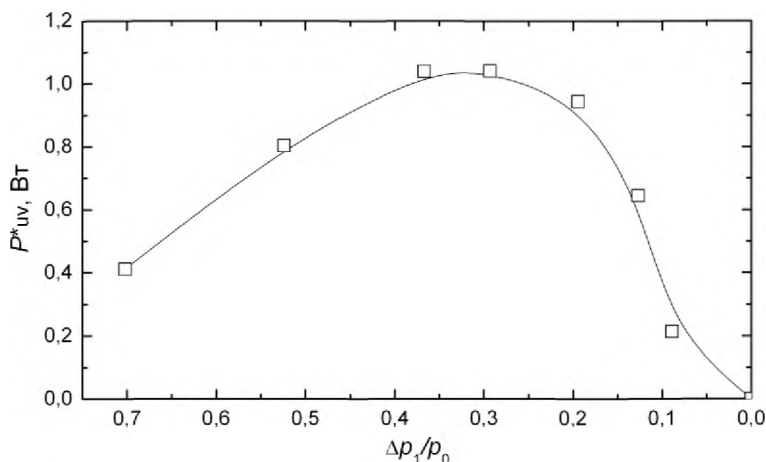


Рис. 2. Зависимость средней мощности излучения эксилампы БР от величины $\Delta p_1/p_0$ в смеси $\text{Xe}/\text{Cl}_2/\text{Br}_2 = 400/2/0,5$ (Торр)

Величине $(\Delta p_1/p_0)_{\text{opt}}$ отвечает такой режим работы эксилампы, при котором выделение энергии в ней уже происходит не во всём объёме, а лишь в микроразрядных зонах. Но при этом среда в микроразрядах ещё не перегрета настолько, чтобы здесь развивалась тепловая неустойчивость. Поэтому величина $(\Delta p_1/p_0)_{\text{opt}}$ соответствует условиям максимальной эффективности излучения эксилампы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойченко А.М., Ломаев М.И., Панченко А.Н., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф. Ультрафиолетовые и вакуумно ультрафиолетовые эксилампы: физика, техника и применения. – Томск : STT, 2001. – 512 с.
2. Пикулев А.А., Цветков В.М. Эффект динамического скачка давления в KгCl-эксилампе барьерного разряда // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 316, № 4. – С. 132–135.
3. Пикулев А.А., Цветков В.М., Соснин Э.А., Панарин В.А., Тарасенко В.Ф. Исследование термодинамических процессов в эксилампах методом скачка давления (обзор) // Приборы и техника эксперимента. – 2012. – № 5. – С. 3–15.