

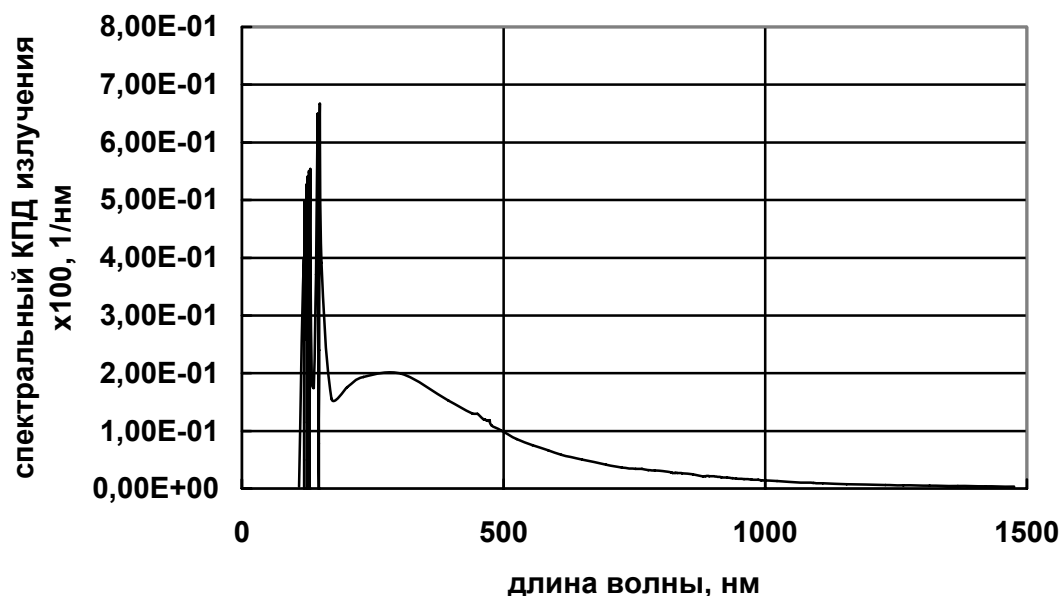
# В14 МОЩНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ РАЗРЯДЫ С ШИРОКОДИАПАЗОННЫМ СПЕКТРАЛЬНЫМ СОСТАВОМ ИЗЛУЧЕНИЯ

Гавриш С.В., Логинов В.В., ОАО ПО «ЗАВОД СТЕЛЛА»; Градов В.М., Сидоренко Д.С. МГТУ им. Н.Э. Баумана; г. Москва

В ряде отраслей науки и техники существует потребность в источниках излучения, обеспечивающих необходимый уровень лучистых потоков одновременно в ближних инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах спектра. В работе рассматривается возможность создания таких источников на базе трубчатых импульсных ламп короткой длительности с ксеноновым наполнением.

Для обоснованного выбора параметров и режимов работы ламп построена математическая модель нестационарного сильноизлучающего разряда, стабилизированного стенкой. Модель учитывает газодинамические процессы в разряде, кондуктивно-конвективный и лучистый перенос в плазме, эффекты неравновесности, связанные с различием температур электронов и тяжелых частиц, радиационный перенос возбуждения резонансного уровня, внешнюю электрическую цепь. Принимается во внимание сложный спектральный состав излучения, включающий линейчатую и непрерывную составляющие. В качестве механизмов уширения линий рассматриваются штарковское уширение электронами, вандерваальсовский и резонансный механизмы. В непрерывном спектре учитываются процессы фоторекомбинации атомов и электронов и торможение электронов в полях ионов и атомов [1].

На основе модели выполнено исследование влияния геометрических размеров разрядной трубки, давления наполнения и соотношения компонент плазмообразующей среды, а также параметров разрядного контура на выход излучения в различных спектральных интервалах в области от 800 до 1500 нм и 240- 450 нм. (см. **рис. 1**).

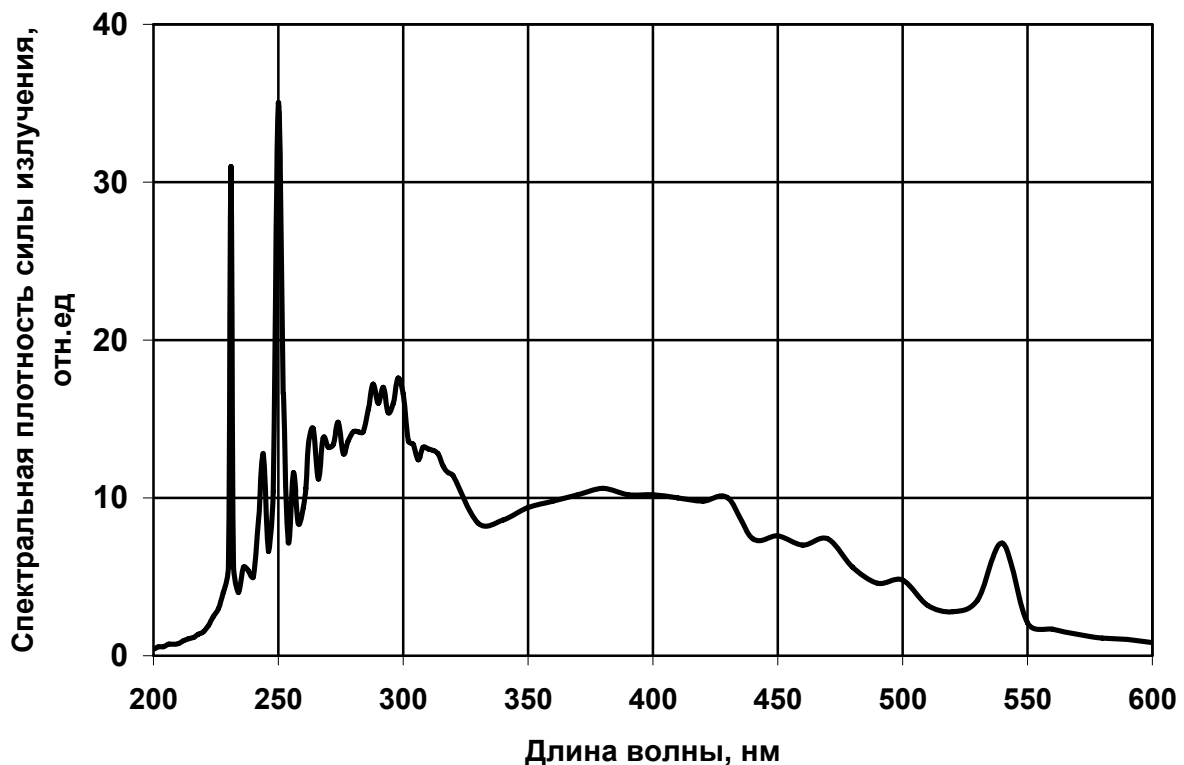


**Рисунок 1.** Спектральное распределение излучения разряда в ксеноне в максимуме тока. Внутренний диаметр разрядной трубки 0.7 мм, ток 4000 А, начальное давление наполнения газа - 120 мм рт.ст.

Уникальность задачи создания таких источников заключается в сложности подбора комбинации многочисленных параметров ламп и разрядного контура,

обеспечивающей согласование противоречивых по сути требований к получению излучения заданной мощности в физически противоположных участках спектра. На **рис. 1** в качестве примера приведен расчетный спектр излучения разряда в Хе. Температура на оси разряда составляет около 20000 К. Линии практически «растворились» на мощном непрерывном фоне. Исключение составляют несколько резонансных линий в области за границей пропускания кварца. Анализ многочисленных результатов вычислительных экспериментов по спектральным распределениям излучения позволил провести выбор параметров и режимов работы ламп, удовлетворяющих потребителя.

Экспериментально наиболее изученным является импульсный ксеноновый разряд, ограниченный кварцевыми оболочками, с длительностями импульсов излучения более 200 мкс [2]. При этом излучательные параметры таких ламп связаны не только с рекомбинационными процессами в инертном газе, а также и в продуктах испарения кварца и примесных веществ, находящихся в оболочке [1]. На **рис. 2** приведен полученный в данной работе спектр излучения импульсной ксеноновой лампы ИНТ 5/120 (размеры разрядного канала: диаметр 5 мм, межэлектродное расстояние 120 мм, давление ксенона 300 мм рт. ст ксенона) в максимуме тока.



**Рисунок 2.** Спектральное распределение излучения лампы ИНТ 5/120 в максимуме тока

Спектральные измерения импульсных ламп проводились на дифракционном монохроматоре МДР – 23, выходной световой сигнал с которого преобразовывался в электрический при помощи фотоэлектронных умножителей ФЭУ -37 (диапазон длин волн 200-500 нм) и ФЭУ – 62 (400 – 1000 нм) и регистрировался цифровым осциллографом С9-8.

Лампа ИНТ 5/120 работала в разрядном контуре со следующими характеристиками:

- средняя электрическая мощность – 340 Вт;

- максимальная плотность тока –  $8 \text{ кА/см}^2$ ;
- напряжение на накопительном конденсаторе - 1500 В;
- частота следования токовых импульсов –  $f = 2 \text{ Гц}$
- энергия импульса - 170 Дж;

Указанные условия электрического питания обеспечили длительность токового импульса по уровню 0,5 -  $t = 130 \text{ мкс}$ . Известно [3], что при таких временных характеристиках излучение лампы находится преимущественно в УФ диапазоне, что и подтверждают графические данные, приведенные на **рис. 2**.

Как видно из рис.2 в спектре излучения наблюдаются максимум интенсивности линий иона Хе 229,2 (229,6); 243,5; 247,6; 251; 261 нм, а в видимой области спектра наблюдается фоновое излучение.

Яркостная температура разряда при таких режимах работы составляет  $\sim 8000\text{К}$ . По этой причине экспериментальное спектральное распределение (**рис. 2**) отличается от расчетного (**рис.1**). Кроме этого в лампе использовано кварцевое стекло, имеющее коротковолновую границу пропускания от 185 нм. Тем не менее, можно предположить, что дальнейшее повышение температуры разряда приведет к «сглаживанию» спектра в диапазоне длин волн 225÷275 нм, приближаясь к расчетной зависимости.

В отличие от ксенона спектральные линии кремния (продукт испарения оболочки) в разряде длительностью более 100 микросекунд появляются только после прохождения током максимума, так как требуется определенное время на нагрев, плавление и испарение поверхности материала оболочки.

В данной работе рассмотрены первые результаты исследования импульсного ксенонового разряда короткой длительности. Для полного понимания радиационных и теплофизических процессов требуется решить комплекс задач по экспериментальному определению заселенностей возбужденных состояний, концентрации атомов, электронов и ионов и др.

### **Литература:**

1. Градов В.М., Щербаков А.А. Расчет излучательных характеристик дуговых криптоновых и ксеноновых разрядов // Оптика и спектроскопия. – 1979. –Т.47, - №4. – с.635 -642.
2. Дойников А.С. Спектральные характеристики излучения трубчатых ксеноновых импульсных и дуговых ламп// Обзоры по электронной технике. Сер. Электровакуумные и газоразрядные приборы - 1973. – вып.11 - 30 С.
3. Импульсные источники света./ И.С. Маршак, А.С. Дойников, В.П. Жильцов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1978.– 472 с.