

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РТУТНОЙ ЛАМПЫ ПРК В КАЧЕСТВЕ ИНТЕНСИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ЛИНЕЙЧАТОГО СПЕКТРА В БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ

Е. М. Давыдов и В. А. Мишин

Сообщается о возможности применения ртутной лампы ПРК в качестве интенсивного импульсного источника линейчатого спектра в ближней инфракрасной области. Приведены фотографии полученного спектра. В спектре в основном присутствуют линии аргона, соответствующие переходам  $Zr^{54p}Y \rightarrow Zr^{54s}X$ . Приведены факты, указывающие на возможность неравновесного высвечивания спектральных линий.

Разработка методов высокоскоростной электронно-оптической спектроскопии плазмы предъявляет специфические требования к источникам спектра сравнения. Большие скорости развертки и короткие экспозиции, реализуемые с помощью электронно-оптических преобразователей (ЭОП), требуют применения источников, спектральная интенсивность которых сравнима с интенсивностью исследуемого спектра. При регистрации излучения в ближней инфракрасной области, где использование ЭОП особенно эффективно [2], необходимо, чтобы спектр сравнения находился в этой же области.

В значительной степени указанным требованиям удовлетворяют импульсные источники света, в которых разряд происходит в атмосфере инертных газов. Однако выпускаемые промышленностью импульсные лампы [3] имеют в основном ксеноновое наполнение при достаточно высоком давлении, и применение их в качестве источников спектра сравнения в ближней ИК области затруднено из-за наличия очень сильного непрерывного фона.

Оказалось возможным использовать стандартную ртутную лампу ПРК в качестве интенсивного импульсного источника линейчатого спектра в ближней ИК области.<sup>1</sup> С этой целью в обычную схему питания лампы введено устройство импульсной подпитки, состоящее из накопительного конденсатора, емкостью 50–100 мкф, заряжаемого до напряжения 500–800 в и подключаемого параллельно разрядному промежутку лампы посредством управляемого коммутатора.<sup>2</sup> Индуктивность разрядного контура составляет несколько мкГн и определяется в основном индуктивностью подводющих проводников. Были опробованы два режима работы лампы. В первом случае осуществлялась импульсная подпитка лампы, горящей в нормальном режиме, после прогрева ее в течение 15–20 мин. (режим I). Во втором случае импульс подпитки подавался на незажженную лампу (режим II). При импульсном питании лампы ПРК резко возрастала

<sup>1</sup> Для облегчения зажигания лампы ПРК последняя наполняется аргоном при давлении в несколько десятков мм ртутного столба.

<sup>2</sup> При указанных режимах импульсной подпитки лампа ПРК-2М выдерживает от 100 до 200 и более пусков без разрушения вводов; однако повышение напряжения до 1000 в сокращает срок использования лампы до 20–40 пусков.

интенсивность достаточной для М-9 за один раз ЭОП типа УМ-получить спектр относительно в

Регистрация с камерой  $f=27$  ния спектра с ЭОП. Спектр л области в усло (рис. 1) предс спектр аргона, с между  $Zr^{54p}Y$  жиме I присут 10140 Å и лини в видимой обла дается высвечи гона; линии ртучением линии Н малую интенсис введены осцилло для указанных. Если для режи обычный вид по ряда емкости ч то в режиме II ный процесс, у разряда [1]. При разрядного ко нимую интенсис гона в режиме  $HgI \lambda 5461 \text{ Å}$ , но уменьшить с

Авторы не ст ное изучение ц лампе во врем Имеется, однак щих на то, что питания лампы весе отсутству ральных линий рактер.

Так, извести термического во ной трубе [4], в происходит лиш при температур потенциалами в месей. В услови аргона для раз смотря на то ч ляет величину на была бы  $\sim 10^{-2}$  мм рт. с

В пользу п в лампе ПРК высвечивание л ния  $\sim 13$  и 8 э

УДК 533.523



интенсивность высвечивания спектральных линий, которая оказалась достаточной для регистрации спектра с помощью однокамерного ЭОП типа М-9 за один разряд (экспозиция  $\sim 100$  мксек.). Применение трехкамерного ЭОП типа УМ-92 с импульсным питанием по первому каскаду позволило получить спектр лампы ПРК с экспозицией  $1\div 2$  мксек. при задержке относительно начала импульса подпитки на 10 мксек.

Регистрация спектра осуществлялась с помощью спектрографа ИСП-51 с камерой  $f=270$  мм. Кассетная часть была снята, и плоскость изображения спектра совмещалась с фотокатодом ЭОП. Спектр лампы ПРК в ближней ИК области в условиях импульсной подпитки (рис. 1) представляет собой линейчатый спектр аргона, соответствующий переходам между  $3p^5 4pY$  и  $3p^5 4sX$  уровнями. В режиме I присутствуют также линия  $HgI\lambda$  10140 Å и линия  $HgI\lambda$  5461, 5770, 5790 Å в видимой области. В режиме II наблюдается высвечивание только линий аргона; линии ртути отсутствуют, за исключением линии  $HgI\lambda$  5461 Å, имеющей очень малую интенсивность. На рис. 2 и 3 приведены осциллограммы тока и напряжения для указанных режимов работы лампы. Если для режима I осциллограммы имеют обычный вид почти аperiодического разряда емкости через малое сопротивление, то в режиме II наблюдается колебательный процесс, характерный для искрового разряда [1]. Приведенные выше параметры разрядного контура обеспечивают сравнимую интенсивность линий ртути и аргона в режиме I, за исключением линии  $HgI\lambda$  5461 Å, интенсивность которой можно уменьшить с помощью фильтра ОС-12.

Авторы не ставили своей целью детальное изучение процессов, происходящих в лампе во время импульсной подпитки. Имеется, однако, ряд фактов, указывающих на то, что в условиях импульсного питания лампы ПРК, термическое равновесие отсутствует и высвечивание спектральных линий имеет неравновесный характер.

Так, известно, что в условиях чисто термического возбуждения аргона в ударной трубе [4], возбуждение линий аргона происходит лишь в очень чистом аргоне, при температуре  $10^4$  К и выше. При наличии примесей с более низкими потенциалами возбуждения имеет место высвечивание только линий примесей. В условиях наших экспериментов интенсивность излучения линий аргона для различных режимов работы лампы оказалась одинаковой, несмотря на то что в режиме I начальное давление паров ртути составляет величину 1 ата [5], и равновесная температура в этом случае должна была бы быть существенно ниже, чем для режима II ( $P_{Hg} \sim 10^{-2}$  мм рт. ст.).

В пользу предположения о нетермическом характере возбуждения в лампе ПРК при импульсной подпитке говорит также одновременное высвечивание линий аргона и ртути в режиме I с потенциалом возбуждения  $\sim 13$  и 8 эв соответственно.

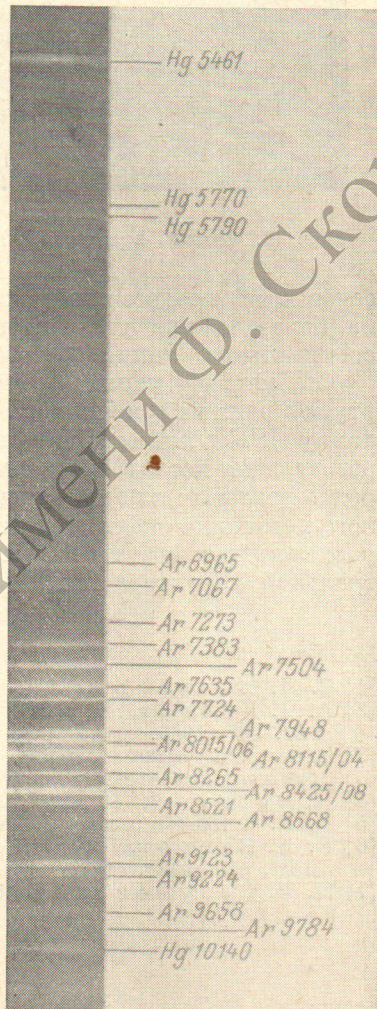


Рис. 1.



Отсутствие термического равновесия для дугового разряда в атмосфере инертных газов при нормальном давлении было экспериментально показано в работе [6]. Обычно это связывают с малой величиной сечений инертных газов для соударений второго рода с электронами. Однако и для соударений возбужденных атомов аргона, в частности для уровней  $3p^5 4p^1$  с атомами аргона, находящимися в основном состоянии, эффективное сечение возбуждения также весьма мало [7]. Поэтому можно полагать, что

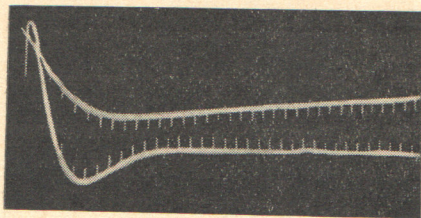


Рис. 2. Метки времени 100 кгц.

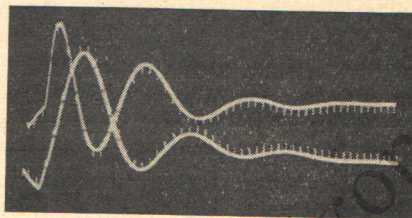


Рис. 3. Метки времени 100 кгц.

основными процессами девозбуждения будут излучательные переходы на более низкие уровни, что и обеспечивает появление интенсивных спектральных линий.

Стабильный характер высвечивания интенсивных линий аргона (и ртути в режиме I) в ближней ИК области позволяет использовать ртутную лампу ПРК в качестве импульсного источника линейчатого спектра. Если регистрация исследуемого спектра производится с помощью ЭОП с кислородно-цезиевым или мультищелочным фотокатодом, то применение названного источника спектра сравнения весьма целесообразно, так как область расположения спектральных линий аргона хорошо согласуется со спектральной характеристикой указанных фотокатодов.

#### Литература

- [1] С. Л. Мандельштам. Введение в спектральный анализ. 1946.
- [2] А. П. Дронов, Н. Н. Соболев, Ф. С. Файзуллов. *Опт. и спектр.*, 21, 267, 1966.
- [3] *Электровакуумные приборы*, том XVIII, изд. третье, «Высокоинтенсивные источники света» МЭП, 1969.
- [4] H. Petschek et al. *J. Appl. Phys.*, 26, 83, 1955.
- [5] О. К. Филиппов, В. М. Пивоваров. *Опт. и спектр.*, 16, 522, 1964.
- [6] В. Н. Егоров, В. Н. Колесников, Н. Н. Соболев. *ДАН СССР*, 121, 440, 1958.
- [7] Л. П. Разумовская. *Опт. и спектр.*, 23, 845, 1967.

Поступило в Редакцию 21 января 1971 г.

В  
вого п  
Проце  
ной ма  
вой мо  
находи  
зается  
и нов  
руется  
Пр

Из  
ных не  
возник  
удобно  
ваться  
поля и  
высше  
формы  
 $= U_{\text{ист}}$   
возмуп

В л  
с точн

Дл  
матриц  
 $\Delta\Lambda_0 =$   
элемент

аналог  
чая в д  
метода