

- [1] И. И. Шафраньш, И. С. Алексахин, И. П. Запесочный. Письма ЖЭТФ, 19, 271, 1974.
 [2] С. Э. Фриш. В сб.: Спектроскопия газоразрядной плазмы, 7. «Наука», Л., 1970.

Поступило в Редакцию 18 июня 1976 г.

УДК 533.9

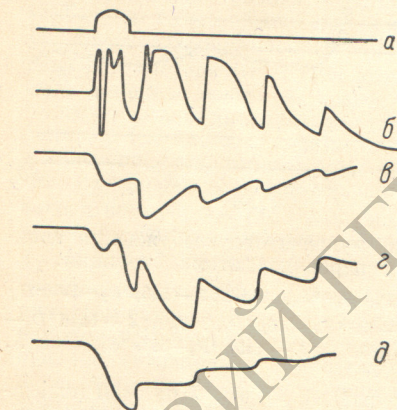
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВРЕМЕННОГО ХОДА СВЕЧЕНИЯ РАСПАДАЮЩЕЙСЯ ПЛАЗМЫ ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА В АРГОНЕ

В. Н. Скребов и А. И. Эйхвальд

В большом числе работ по исследованию импульсного разряда в инертных газах наблюдались низкочастотные колебания во временном ходе послесвечения плазмы [1-5]. В случае слабой ионизации обычно полагают интенсивность свечения исследуемых спектральных линий из единицы объема пропорциональной квадрату или кубу концентрации заряженных частиц [3]. В настоящей работе излагаются некоторые результаты исследований проявления акустических колебаний в свечении плазмы в таких условиях, когда этого предположения оказывается явно недостаточно для их объяснения.

Нами изучалась распадающаяся аргоновая плазма при давлении $P=5-10$ тор в цилиндрической трубке диаметром 20 мм и длиной 25 см. Разрядом емкости через тиратрон за время $\tau=10$ мкс в трубку вводилась энергия 0.5-2.5 Дж при токе в импульсе 60-100 А. С целью симметризации разряда газ слабо ионизовался постоянным током величиной 1-3 мА. Аргоновая плазма в таких условиях изучалась ранее спектроскопически и зондовым методом [5]. Авторы пришли к выводу о необходимости привлечения колебаний электронной температуры в процессе распада плазмы для объяснения временного хода послесвечения и предложили механизм этих колебаний.

Более надежное, на наш взгляд, интерференционное исследование акустических колебаний [6], проведенное одновременно со спектроскопическими наблюдениями, дает картину, несколько отличную от прежней и требующую другой интерпретации. Ранее сообщалось [6, 7], что в описываемых условиях импульс тока возбуждает цилиндрическую акустическую бегущую волну, причем среда, по которой она распространяется, сильно неоднородна по плотности, температуре и степени ионизации. На осциллограмме



Результаты интерференционного и спектроскопического исследований распадающейся аргоновой плазмы.

а — импульс тока $\tau=10$ мкс, *б* — осциллограмма интерференционного сигнала при зондировании осевой области трубки, *в* — свечение плазмы в осевой области, *г* — свечение всего объема трубки на линиях первой группы, *д* — свечение линий первой группы в периферийной области трубки.

интерференционного сигнала рисунка, *б*, полученной при зондировании плазмы на оси трубки, видны периодические резкие всплески, появляющиеся в моменты прихода волны на ось (сжатия к оси). Период колебаний заметно уменьшается с увеличением энергии, вводимой в разряд (от $T=35$ мкс при $W=0.5$ Дж до $T=20$ мкс при $W=2.5$ Дж).

Временной ход интенсивности свечения всех наблюдавшихся спектральных линий в приосевой области разряда качественно повторяет поведение плотности плазмы на оси: в моменты сжатия интенсивность свечения резко увеличивается (см. рисунок, *в*). Наблюдения проводились вдоль оси трубки с пространственным разрешением около 2 мм.

Нами проводилось также исследование свечения плазмы в направлении, перпендикулярном оси разряда. Взаимное расположение разрядной трубки и монохроматора обеспечивало регистрацию излучения, испускаемого коротким участком трубки (длиной 1-5 мм) со всего ее поперечного сечения. Такой способ наблюдения дает представление о свечении всего объема разряда, поскольку однородность оптических свойств плазмы вдоль оси оказалась весьма высокой. Результаты этой части эксперимента

позволяют разделить наблюдавшиеся спектральные переходы на две группы в соответствии с особенностями временного хода их свечения.

К первой группе относятся все спектральные линии перехода $4s-4p$, сильные (по [8]) линии перехода $4p-3d$ и одна наблюдавшаяся линия $\lambda=1340.6$ нм $3d-4f$. На рисунках, *б*, *в* видно, что осевые сжатия плазмы резко уменьшают излучение из всего объема трубки на этих линиях. Свечение периферийной части разряда, выделяемое перекрытием с помощью маски осевой части изображения трубки на входной щели монохроматора, имеет сходный временной ход (см. рисунок, *д*). Исследования реабсорбции излучения с помощью зеркала показали, что в перпендикулярном к оси направлении плазму можно считать оптически тонкой на всех исследуемых спектральных переходах. Эти факты позволяют выделить в трубке осевую (диаметром 4–6 мм) и периферийную зоны, светимости которых при осевом сжатии ведут себя противоположно, причем с периферии идет основная доля общего излучения.

Ко второй группе относятся спектральные линии переходов $4s-5p$, $4p-6s$, $4p-5d$. Их интенсивность по весьма грубой оценке как минимум на два порядка меньше, чем линий $4s-4p$, а временной ход качественно почти не отличается от изображенного на рисунке, *в*. Таким образом, сжатие плазмы на оси влияет на светимость линий разных групп противоположным образом.

Как отмечалось выше, объяснение описанных особенностей свечения одним перераспределением плотности плазмы по объему представляется невозможным. Нетрудно показать, что если интенсивность свечения линии из единичного объема пропорциональна какой-либо степени концентрации заряженных частиц, большей единицы, то в момент сжатия, когда пространственное распределение наиболее неоднородно, излучение из всего объема должно иметь максимум, а не минимум, как у линий первой группы. В работах [6, 7] выяснено, что в раннем послесвечении плазма вблизи оси трубки характеризуется высокой степенью ионизации (около 10%) и температурой газа несколько тысяч градусов. Поэтому можно предположить, что в осевой зоне состояние плазмы близко к равновесному, и уменьшение концентрации заряженных частиц происходит здесь в основном за счет диффузии. Это согласуется с фактом одинакового поведения всех спектральных линий в акустической волне при наблюдении вдоль оси. Особый интерес представляет периферийная зона разряда, где, по-видимому, происходит гибель заряженных частиц в процессе объемной рекомбинации, тип которой пока указать трудно. Однако можно отметить селективный характер заселения атомных уровней: судя по спектру излучения, рекомбинация идет на самые глубокие группы уровней в сериях ($4p$, $3d$, $4f$). Уменьшение светимости плазмы в этой зоне при прохождении акустической волны, по-видимому, свидетельствует о локальном повышении температуры электронов, для выяснения механизма которого требуются дальнейшие экспериментальные и теоретические исследования.

Авторы благодарны А. М. Шухтину за внимание и полезное обсуждение работы.

Литература

- [1] J. Berlande, P. D. Goldman, L. Goldstein. Appl. Phys. Lett., 5, 51, 1964.
- [2] W. Bickell. J. Appl. Phys., 37, 4300, 1966.
- [3] G. K. Vorn, R. G. Buser. J. Appl. Phys., 37, 4918, 1966.
- [4] Г. П. Резников, И. Я. Фуголь, Ю. Ф. Шевченко. Письма ЖЭТФ, 8, 64, 1968.
- [5] М. Н. Полянский, В. Н. Скребов, А. М. Шухтин. Опт. и спектр., 34, 28, 1973.
- [6] В. Н. Скребов, А. И. Эйхвальд. Опт. и спектр., 41, 15, 1976.
- [7] В. Н. Скребов, А. И. Эйхвальд. ЖТФ, 1977.
- [8] А. Р. Стриганов, Н. С. Свентицкий. Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов. Атомиздат, М., 1966.

Поступило в Редакцию 24 июня 1976 г.

УДК 535.34+621.373 : 535

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОСТРУКТУРНЫХ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОГО ВЫЖИГАНИЯ «ЩЕЛЕЙ»

Б. М. Харламов, Л. А. Быковская и Р. И. Персонов

В наших предыдущих работах [1, 2] было установлено, что при достаточно низких температурах спектры твердых растворов ряда органических соединений уширены в основном неоднородно. Устранение неоднородного уширения позволяет выявить тонкую структуру, присущую спектрам отдельных молекул. При этом существенно повышается информативность спектров и расширяются возможности применения спектроскопических методов как в физике сложных молекул, так и в прикладных