

ПОЛУЧЕНИЕ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПЛАЗМЕ АРГОНА С ПОМОЩЬЮ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

А.Р.Арамян¹⁾

Институт прикладных проблем физики НАН Армении
375014 Ереван, Армения

Поступила в редакцию 28 декабря 1998 г.

После переработки 4 февраля 1999 г.

Показано, что с помощью акустических волн можно получить монохроматическое излучение ($\lambda_1 = 5888 \text{ Э}$, $\lambda_2 = 5882 \text{ Э}$, $\lambda_3 = 4876 \text{ Э}$) в плазме газового разряда в аргоне.

PACS: 52.25.Rv

До последнего времени при исследованиях взаимодействия акустических волн с низкотемпературной плазмой [1–6] не рассматривалось влияние этого взаимодействия на спектр оптического излучения плазмы. В статье представлены некоторые экспериментальные результаты полученные при исследовании влияния акустических волн на оптическое излучение в аргонной плазме.

Для изучения изменения спектрального состава излучения под воздействием акустических волн использовалась аргонная низкотемпературная плазма газового разряда (давление – 100 торр, разрядный ток – 50 мА, напряжение на электродах – 2 кВ). Экспериментальная установка представляет собой кварцевую разрядную трубку с внутренним диаметром 60 и длиной 1000 мм. К электродам, сделанным в виде отрезков, подключено высокое напряжение постоянного тока величиной от 5 до 100 мА. Расстояние между электродами равно 850 мм. К одному из торцов трубки прикреплен электродинамический излучатель звуковых волн. Через другой торец световое излучение из плазмы выводится на спектрограф, который используется для изучения изменения спектров излучения плазмы под воздействием акустических волн.

На рис.1. представлены спектры излучения аргонной плазмы, полученные на вышеуказанной установке. На рис.1а представлен спектр излучения до воздействия акустических волн. На рис.1б представлен спектр излучения аргонной плазмы во время воздействия акустических волн, а на рис.1с представлен спектр излучения аргонной плазмы через несколько секунд после окончания воздействия акустических волн. На всех рисунках реперные линии ртути указаны стрелками сверху. Приведены фрагменты спектров, где проявляется влияние акустических волн. Хорошо заметно, что после окончания воздействия акустических волн (через некоторое время $\sim 2 \div 3 \text{ с}$) в спектре излучения разряда появляются интенсивные и четко выраженные линии с длинами волн $\lambda_1 = 5888 \text{ Э}$, $\lambda_2 = 5882 \text{ Э}$, $\lambda_3 = 4876 \text{ Э}$. Визуально эти спектральные линии наблюдаются в разряде в форме интенсивных вспышек длительностью $15 \div 20 \text{ мс}$. Вспышки наблюдаются довольно длительное время ($3 \div 5 \text{ мин}$) после окончания воздействия звуковых волн с частотой 180 Гц. В основном, они появляются с наружной стороны границы разрядного шнура (вблизи

¹⁾ e-mail: ara@iapp.sci.am

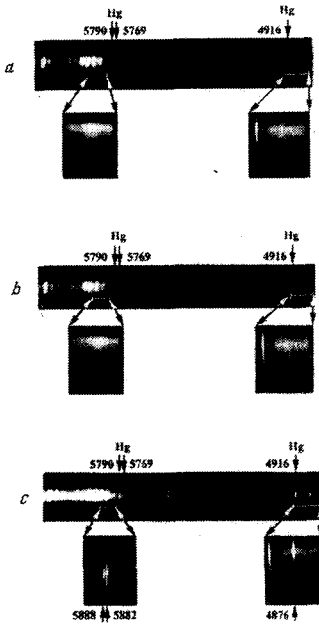


Рис.1. Спектры излучения аргонной плазмы при давлении 110 мм рт.ст., токе разряда 50 мА и напряжении на электродах 2 кВ: а) спектр излучения до воздействия акустических волн; б) спектр излучения во время воздействия акустических волн; в) спектр излучения плазмы через несколько секунд после окончания воздействия акустических волн

радиальной границы), где после выключения акустических волн происходит сильное изменение концентрации электронов [4–5]. То есть под воздействием акустических волн шнуrowанный разряд (диаметр 15 мм) более однородно заполняет плазменную камеру диаметром 60 мм. После отключения акустических волн полностью расконтрагированный плазменный столб сжимается и принимает свой первоначальный вид. После такой контракции в плазме появляются оранжевые (5888 Е, 5882 Е) и голубые (4876 Е) вспышки.

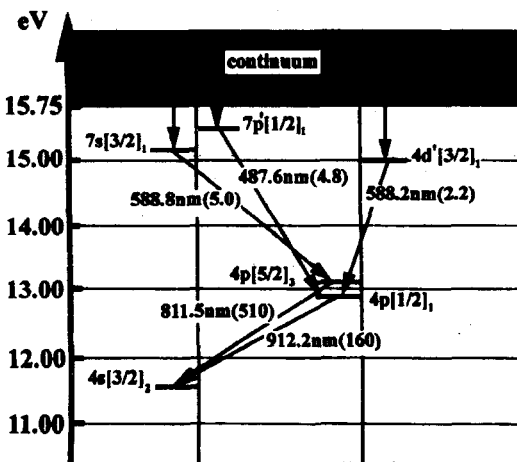


Рис.2. Диаграмма энергетических уровней некоторых переходов в аргоне

Анализ спектрального состава излучения вспышек показывает, что они соответствуют трем переходам энергетических уровней атомарного аргона:

$$7P'[1/2]_1 \rightarrow 4P[1/2]_1, \text{ длина волны } 4876 \text{ Е};$$

$$7S[3/2]_1 \rightarrow 4P[5/2]_3, \text{ длина волны } 5888 \text{ Е};$$

$$4d'[3/2]_1 \rightarrow 4P[1/2]_1, \text{ длина волны } 5882 \text{ Е}.$$

На рис.2 приведена диаграмма энергетических уровней вышеуказанных переходов в аргоне. Как видно из рисунка 2, силы осцилляторов $4P \rightarrow 4S$ переходов примерно в $30 \div 100$ раз больше сил осцилляторов вышеуказанных переходов, поэтому уровень $4P$ быстро опустошается. Вследствие этого может возникнуть инверсная населенность между каждым из уровней $7P'$, $7S$, $4d'$, с одной стороны, и уровнем $4P$, с другой стороны. По-видимому, эта инверсная населенность и может служить причиной возникновения наблюдаемых вспышек. Вероятно, такое явление связано релаксационными процессами с длительным временем релаксации.

Автор выражает глубокую благодарность академику А.Р.Мкртчяну за постоянное внимание, консультации и содействие выполнению работы.

-
1. U.Ingard, Phys. Rev. **145**, 41 (1966).
 2. M.Hasigawa, J. Phys. Jap. **37**, 193 (1974).
 3. А.И.Осипов, А.В.Уваров, Инж. физ. журн. **55**, 149 (1988).
 4. А.Р.Арамыан, G.A.Galechyan, and А.Р.Мкртчяну, Sov. Phys. Acoust. **37**, #2, 107 (1991).
 5. М.А.Антинян, G.A.Galechyan, and L.B.Tavakalyan, Acustica **82**, 619 (1996).
 6. А.Р.Арамыан and G.A.Galechyan, Tech. Phys. **42**, 901 (1997).