

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

В. И. Лукашенко, Г. В. Питателев, Молекулярный спектр разряда в парах лития, *ТВТ*, 1983, том 21, выпуск 3, 596–598

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 100.28.231.85

8 ноября 2024 г., 16:48:43



связь электродов возбуждения с плазмой. Соответственно уменьшалось падение ВЧ-напряжения, приходящееся на промежуток электрод — плазма.

В разрядных камерах с центральным расширением конфигурация ВЧ-разряда несколько изменилась: при повышении давления газа в центре разрядной камеры образуется плазменный шар с диаметром ≈ 5 мм. Использование таких конструкций позволило снизить мощность, необходимую для поддержания разряда в углекислом газе при 1 атм до 2,4 кВт.

Отметим, что ранее [4] отмечалась возможность осуществления емкостного ВЧ-разряда в углекислом газе при небольших уровнях мощности ($\approx 1,5$ кВт). Однако небольшая информация, приведенная в [4], и предварительный характер данного сообщения не позволяют провести однозначное сопоставление полученных результатов.

Проведенные в данной работе опыты, как и опыты [4], показывают возможность осуществления устойчивого ВЧ-разряда в углекислом газе при атмосферном давлении при сравнительно невысокой мощности. Цель публикации этих предварительных данных обусловлена вниманием к ВЧ-разрядам в CO_2 со стороны исследователей, занятых разработкой плазмохимических способов диссоциации углекислого газа [5], а выбранная схема получения ВЧ-разряда в углекислом газе может представить интерес для решения таких задач плазмохимии.

Физико-технический институт
низких температур
Академии наук УССР
г. Харьков

Поступило в редакцию
6.XII.1982

ЛИТЕРАТУРА

1. Звягинцев А. В., Мигин Р. В., Прядкин К. К. ЖТФ, 1975, т. 45, в. 2, с. 278.
2. Мигин Р. В., Звягинцев А. В., Прядкин К. К. ТВТ, 1973, т. 11, № 3, с. 493.
3. Гончар Н. И., Звягинцев А. В., Мигин Р. В., Прядкин К. К. ЖТФ, 1975, т. 45, в. 3, с. 657.
4. Колесниченко Ю. Ф., Матюхин В. Д., Муравьев В. Ф., Смазнов С. И. VII Всес. конф. по генераторам низкотемпературной плазмы. Алма-Ата, 1977, т. 3, с. 165.
5. Русанов В. Д., Фридман А. А., Шолин Г. В. УФН, 1981, т. 134, в. 2, с. 185.

УДК 533.33

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СПЕКТР РАЗРЯДА В ПАРАХ ЛИТИЯ

Лукашенко В. И., Питателев Г. В.

Повышенный интерес, проявляемый в последнее время к димерам щелочных металлов, объясняется в значительной мере перспективой создания мощных перестраиваемых лазеров, работающих в области 700–1200 нм [1]. Есть основания полагать, что такие устройства при электроразрядном способе накачки смогут конкурировать по эффективности с лазерами на CO_2 . Поэтому особого внимания заслуживает изучение молекулярных спектров разряда.

В подавляющем большинстве работ спектры щелочных димеров исследовались либо в поглощении, либо методом лазерной флуоресценции. Рассмотрению эмиссионных спектров посвящено весьма скромное число публикаций. Так, система полос $X^1\Sigma_g^+ - A^1\Sigma_u^+$ регистрировалась в излучении из разряда в работах [2, 3] для всех (за исключением лития) щелочных элементов. В [4–6] наблюдались и другие системы полос; на основании закономерностей их высвечивания были определены константы образования некоторых электронно-возбужденных состояний молекул K_2 [5] и Rb_2 [6].

Что касается лития, то до недавнего времени вообще отсутствовали какие-либо сообщения о возбуждении электрического разряда в его парах. Объясняется это, по-видимому, прежде всего технологическими трудностями, так как литий в расплавленном и газообразном состояниях чрезвычайно агрессивен по отношению к кварцу и стеклам, служащим материалом для разрядных ламп. Сложившаяся ситуация побудила искать новые решения, беря за основу хорошо отработанные в экспериментах по поглощению металлические трубчатые конструкции с охлаждаемыми торцевыми окошками и наполнением инертным газом [7]. В таких трубках с проводящими стенками путем выбора рациональной геометрии системы авторам [8] удалось поджечь дуговой разряд и зарегистрировать участок спектра, содержащий наиболее интенсивные атомарные линии Li.

Несколько модифицировав аналогичную лампу, снабдив ее боковыми отростками с окошками, позволяющими вести наблюдения поперек оси разряда и тем самым исключить из поля зрения интенсивное свечение приэлектродных зон, авторы данной работы смогли зафиксировать молекулярные полосы димеров лития и проследить особенности их высвечивания при разных параметрах разряда.

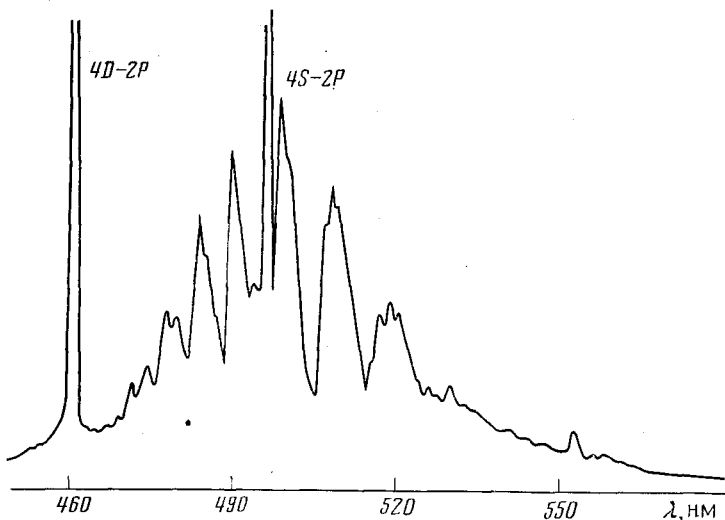


Рис. 1. Спектр $B^1\Pi_u \rightarrow X^1\Sigma_g^+$ системы полос Li_2

Для регистрации использовалась обычная схема: дифракционный спектральный прибор ДФС-8-2 с фотоумножителем на выходе (ФЭУ-79 или ФЭУ-62 в зависимости от исследуемого участка спектра). Излучение разряда модулировалось механическим прерывателем, сигнал с фотоумножителя усиливался узкополосным усилителем с синхронным детектором, запись спектра велась с помощью самописца КСП-4. Буферным газом служил гелий при давлении 1,3–2,6 кПа. Разрядный ток в трубке диаметром 2,5 см менялся в диапазоне 1–600 мА, давление паров лития варьировалось в пределах 1,3–130 Па (доля молекул при этом не превышала 0,5%).

На рис. 1 в качестве примера представлен спектр синев-зеленой системы полос $B^1\Pi_u \rightarrow X^1\Sigma_g^+$. Четко прослеживаются канты основных полос, известных из экспериментов по поглощению [9]: 498,6 нм ($v'=0 \rightarrow v''=1$); 490,1 нм ($v'=0 \rightarrow v''=0$); 483,1 нм ($v'=1 \rightarrow v''=0$); 477,9 нм ($v'=2 \rightarrow v''=0$) и другие.

Рис. 2 иллюстрирует зависимость интегральной интенсивности $B-X$ -системы полос от плотности паров лития и разрядного тока. Нужно отметить, что токовая зависимость не столь резкая, как в случае более тяжелых щелочных элементов (например, калия [5]).

В диапазоне 600–950 нм наблюдается другая более интенсивная система полос. Она простирается в длинноволновую область на ~50 нм дальше границы полосы, вычисленной на основании данных о потенциальных кривых $A^1\Sigma_u^+$ и $X^1\Sigma_g^+$ -состояний [10]. Хотя на указанный участок спектра приходится переход $A^2\Pi \rightarrow X^2\Sigma$ молекулы $LiHe$, этот эксимер не может быть ответственен за наблюдаемое в экспериментах данной работы излучение, так как связанно-свободному переходу $A-X$ молекулы $LiHe$ соответствует широкая диффузная полоса [11], а регистрируется четко выраженная структура вплоть до 925 нм, которую следует отнести к переходу $A^1\Sigma_u^+ \rightarrow X^1\Sigma_g^+$ димера Li_2 . В этой системе, помимо хорошо известных из работ по поглощению кантов на длинах волн 769,0 нм ($v'=0 \rightarrow v''=2$); 731,0 нм ($v'=0 \rightarrow v''=1$); 717,7 нм ($v'=1 \rightarrow v''=1$); 700,4 нм ($v'=1 \rightarrow v''=0$) и т. д., прослеживаются также полосы с длиной волны 791, 854, 878 и 912 нм.

Какого-либо провала в интенсивности системы вблизи ее длинноволновой границы подобно наблюдаемому в цезии в районе 1170 нм [12] и объясняемого взаимодействием $A^1\Sigma_u^+$ -терма с преддиссоциированным $a^3\Pi_u$ состоянием не зарегистрировано.

Отсутствие в литии признаков преддиссоциации $A^1\Sigma_u^+$ -состояния и заметная протяженность $A-X$ системы полос в область $\lambda > 900$ нм, где весьма мало поглощение нейтральными молекулами, благоприятствует реализации инверсии на этом переходе.

Институт электродинамики
АН УССР

Поступило в редакцию
1.VI.1982

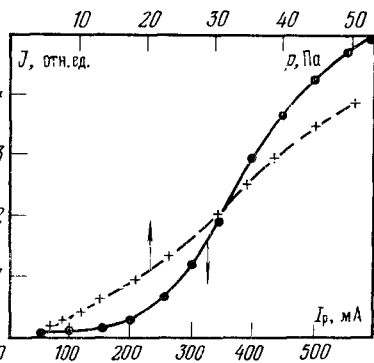


Рис. 2. Зависимость интегральной интенсивности $B-X$ -полосы от давления паров лития (пунктир) и разрядного тока (сплошная кривая)

ЛИТЕРАТУРА

1. *York G., Gallagher A.* JILA Report № 114, Joint Institute for Laboratory Astrophysics, Univ. Colorado, Boulder, 1974.
2. *Sorokin P. P., Lankard J. R.* J. Chem. Phys., 1971, v. 55, № 8, p. 3810.
3. *Schmidt K.* Proc. VI Int. Conf. Phenomena Ionized Gases, Paris, 1963, v. 3, p. 323.
4. *Rabbeck M. M., Vaughan J. M.* J. Phys. B: Atom. Molec. Phys., 1971, v. 4, N 2, p. 258.
5. *Korchevoi Yu. P., Lukashenko V. I., Lukashenko S. N.* Physica Scripta, 1979, v. 19, N 2, p. 271.
6. *Lukashenko V. I., Lukashenko S. N., Solov'ev N. M.* Proc. XV Int. Conf. Phenomena Ionized Gases, Minsk, 1981, v. 1, p. 435.
7. *Vidal C. R., Cooper J. J.* Appl. Phys., 1969, v. 40, № 8, p. 3370.
8. *Boyd R. W., Harter D. J.* Appl. Opt., 1980, v. 19, № 16, p. 2660.
9. *Pearse R. W. B., Gaydon A. G.* The Identification of Molecular Spectra (Ed. 4), 1976, London, Chapman and Hall.
10. *Hsu D., Hessel M. M.* XXIX Symp. on Molecular Structure and Spectroscopy, Ohio State Univ., Ohio, Columbus, June 1974.
11. *Scheps R., Ottinger Ch., York G., Gallagher A.* J. Chem. Phys., 1975, v. 63, № 6, p. 2581.
12. *Benedict R. P., Drummond D. L., Schlie L. A.* J. Chem. Phys., 1979, v. 70, № 7, p. 3155.

УДК 537.527

СКОРОСТЬ РЕКОМБИНАЦИИ В АРГОНЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Брицкий В. И., Новикова Е. П.

Проведено экспериментальное изучение рекомбинации в аргоне при атмосферном давлении. Измерены значения эффективного коэффициента рекомбинации в диапазоне E/N $2,5 \cdot 10^{-19} - 7 \cdot 10^{-18}$ В·см² при средней энергии электронов от 1 до 3,4 эВ [1]. Показано, что при давлении аргона порядка атмосферного преобладает диссоциативная рекомбинация молекулярного иона аргона с электроном. В новом диапазоне E/N получено подтверждение известной температурной зависимости ко-

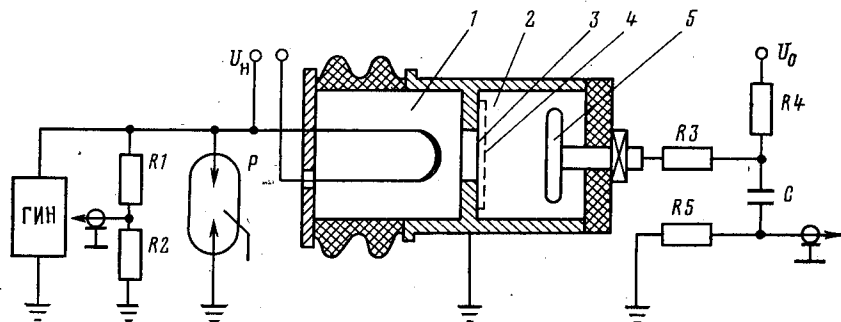


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – электронная пушка, 2 – разрядная камера, 3 – фольга, 4 – сетчатый катод, 5 – анод

эффициента диссоциативной рекомбинации [2] в случае температуры газа, близкой к комнатной.

Изучение Ag-плазмы проводилось в несамостоятельном тлеющем разряде, который инициировался импульсным электронным пучком. Схема экспериментальной установки показана на рис. 1. Длительность импульса тока пучка электронов t_n , определяющего время протекания несамостоятельного тока в разрядной камере, изменялась от 10^{-3} до 10^{-4} с. Эксперименты проведены при значениях плотности тока пучка электронов 100, 200 и 400 мкА/см². Напряжение на разряде изменялось от 150 до 450 В, максимальный ток разряда ~ 50 А. Перед напуском аргона высокой чистоты камера откачивалась до давления $5 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст. Эксперименты проводились при давлении 1,2 атм. Осциллографировались ток разряда, ток пучка электронов и напряжение ГИН. Характерный вид осциллограммы тока разряда приведен на рис. 2. На временах $t > t_{нф}$ ($t_{нф} \leq 30$ мкс – длительность переднего фронта импульса тока разряда) осуществлялся режим квазистационарного протекания тока разряда ($dI_p/dt=0$). В момент времени $t=t_n \gg t_{нф}$ обрывался ток пучка электронов (длительность заднего фронта импульса тока пучка не превышала 1 мкс). Распад плазмы