

НОВЫЕ ЛИНИИ ИМПУЛЬСНОЙ ГЕНЕРАЦИИ В ПОЛОСЕ (2.0) ПЕРВОЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АЗОТА

В. Н. Ищенко, В. Н. Лисицын и П. Л. Чаповский

Впервые импульсная генерация на переходе $V^3\Pi_g \rightarrow A^3\Sigma_u^+$ молекулы азота (первая положительная система) была обнаружена Матисом и Паркером [1]. В работах [2, 3] была проведена подробная идентификация линий генерации с линиями спонтанного спектра азота для полос (0, 0), (0, 1), (1, 0), (2, 1), (2, 0), (3, 1), (4, 2), а также анализировалось распределение интенсивностей линий внутри полос. Для объяснения наблюдающихся закономерностей в [2] было высказано предположение о существовании конкуренции между линиями генерации в азотном лазере. В работе [4] это предположение было подтверждено экспериментально.

В нашей работе конкуренция полос была устранена подбором селективных зеркал, и в результате этого спектральный состав генерирующих полос оказался значительно богаче. Так, например, вместо двух линий, наблюдавшихся в полосе (2, 0) [2], в нашем случае было зарегистрировано 22 линии. В работе [5], которая вышла после того, как это сообщение было подготовлено, было также зарегистрировано 22 линии в полосе (2, 0). Однако только 8 линий являются общими для наших данных и данных работы [5].

Наш лазер состоял из кварцевой трубки диаметром 15 мм с окнами, расположенными под углом Брюстера, и длиной разрядного промежутка 100 см. Резонатор был образован двумя зеркалами с радиусом кривизны 4 м, расположенными на расстоянии 150 см. Накопителем энергии служила линия из кабеля РК-103 (волновое сопротивление 75 ом). Волновое сопротивление этой линии согласовывалось с сопротивлением лазерной трубки. Как показали измерения, при оптимальном для генерации давлении 3.5 тор и напряжении 32 кв сопротивление трубки составляло ~25 ом. Поэтому линия была образована тремя параллельными кабелями. Меняя длину кабелей, можно было изменять длительность импульса тока. В случае возбуждающего импульса приблизительно прямоугольной формы длительностью ~1 мксек. начало импульса генерации длительностью ~200 нсек. было сдвинуто на ~300 нсек. В качестве коммутатора использовался искровой газонаполненный разрядник [6]. Спектр генерации регистрировался на спектрографе М-125 с дисперсией 3.5 Å/мм. Результаты исследования спектрального состава генерации представлены в таблице. Отождествление линий проведено по данным работы [7] для спектра спонтанного излучения азота. Точность измерения длин волн составляла ± 0.02 Å (обозначения линий см., например, в [3]).

Спектр генерации молекулы N_2 в первой положительной системе; полоса (2, 0)

λ, Å (в воздухе)	Линия	λ, Å (в воздухе)	Линия	λ, Å (в воздухе)	Линия
7752.63	PQ_{12} — 5	37.39	Q_1 — 8	17.52	Q_2 —11
52.36	PQ_{12} — 6	36.28	Q_{23} — 5	13.35	Q_2 —13; Q_3 —7
52.05	PQ_{12} — 7	35.04	Q_1 — 9	12.06	Q_1 —17; Q_3 —9
50.61	P_1 —11	7732.60	Q_1 —10	09.74	Q_3 —11
47.83	Q_1 — 3	30.03	Q_1 —11	06.49	Q_3 —13
43.88	Q_1 — 5	24.56	Q_1 —13	02.36	Q_3 —15
39.63	Q_1 — 7	18.58	Q_1 —15	7697.38	Q_3 —17
38.05	PQ_{23} 7				

Относительные интенсивности линий, принадлежащих одной ветви, качественно верно описываются относительными значениями коэффициента усиления, которые дает формула

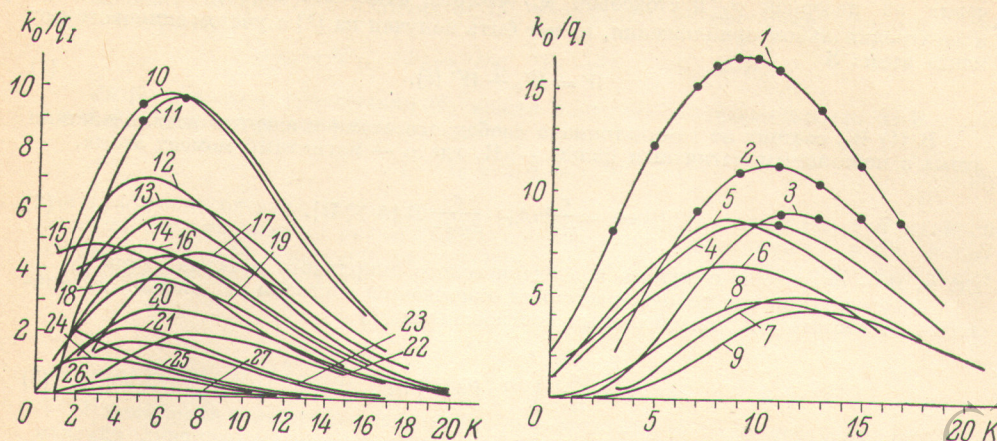
$$k_0 = g_I i_{J,J'} \exp(-E_J/kT),$$

где g_I — ядерный статистический вес, $g_I = 2$ для ортомодификации и $g_I = 1$ для парамодификации азота, $i_{J,J'}$ — i -фактор, приведенный в [8], E_J — энергия верхнего вращательного уровня [9].

На рисунке изображена зависимость k_0/g_I от механического момента молекулы K в нижнем состоянии. Справедливость этой формулы обсуждалась в работах [2, 3].

Таким образом, после устранения конкуренции спектральный состав генерации полосы (2.0) первой положительной системы молекулы азота становится значительно

богаче. По сравнению с составом излучения в этой полосе, полученным авторами [5], в нашем случае зарегистрировано 14 новых линий генерации. Экспериментальные данные и вычисления по вышеприведенной формуле качественно согласуются. Исходя



Зависимость k_0/q_1 от K в нижнем лазерном состоянии.

Цифрами обозначены следующие ветви: 1 - Q_1 , 2 - Q_3 , 3 - Q_2 , 4 - P_1 , 5 - R_1 , 6 - R_3 , 7 - P_3 , 8 - R_2 , 9 - P_2 , 10 - $P_{Q_{12}}$, 11 - $P_{Q_{23}}$, 12 - $R_{Q_{21}}$, 13 - $Q_{P_{12}}$, 14 - $R_{Q_{32}}$, 15 - $S_{R_{32}}$, 16 - $Q_{R_{23}}$, 17 - $Q_{P_{23}}$, 18 - $S_{R_{21}}$, 19 - $Q_{R_{12}}$, 20 - $Q_{P_{21}}$, 21 - $Q_{Q_{13}}$, 22 - $Q_{P_{32}}$, 23 - $N_{P_{13}}$, 24 - $S_{Q_{31}}$, 25 - $T_{R_{31}}$, 26 - $P_{R_{13}}$, 27 - $R_{P_{31}}$. Четные K соответствуют парамодафикации азота, нечетные - ортомодафикации. Кривые рассчитаны для вращательной температуры 325°K . Точками отмечены линии, наблюдавшиеся в генерации.

из полученных результатов, следует ожидать, что разумным выбором селективных зеркал или использованием дисперсионного резонатора можно существенно расширить список длин волн генерации в первой положительной системе азота, что важно в ряде случаев применения лазера на азоте.

Литература

- [1] L. E. S. Mathias, J. T. Parker. Appl. Phys. Lett., 3, 16, 1963.
- [2] И. Н. Князев. Ж. прикл. спектр., 5, 178, 1966.
- [3] T. Kasuya, D. R. Lide. J. Appl. Optics, 6, 69, 1967.
- [4] В. М. Каслин, И. Н. Князев, Г. Г. Петраш. Краткие сообщения по физике, № 1, 51, 1971.
- [5] А. Н. Туницкий, Е. М. Черкасов. Ж. прикл. спектр., 14, 1004, 1971.
- [6] В. Н. Ищенко, В. Н. Старинский. ПТЭ, № 5, 85, 1969.
- [7] G. H. Dieke, D. F. Heath. Johns Hopkins Spectroscopic Report, 17, 1959. Baltimore, Maryland.
- [8] A. Budó. Zs. Phys., 105, 579, 1937.
- [9] A. Budó. Zs. Phys., 96, 219, 1935.

Поступило в Редакцию 28 августа 1971 г.

УДК 535.375.56 : 821.373 : 535

ВЫНУЖДЕННОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ НА МАГНИТНЫХ ПОДУРОВНЯХ АТОМОВ

Л. Д. Иевлева, Т. Я. Карагодова и М. А. Ковнер

В настоящее время хорошо известно явление ВКР на электронных уровнях атомов. Новые возможности открываются при изучении ВКР на атомах, помещенных в постоянное магнитное поле $\mathbf{H} = \{0, 0, H\}$. Тогда начальными и конечными состояниями могут служить различные зеемановские подуровни. Наложение магнитного поля приводит к изменению правил отбора для КР по сравнению с полученными в [1] и, таким образом, станет возможным наблюдение новых переходов. Кроме того, плавное изменение H позволит производить плавную перестройку частоты рассеяния.