

13. Glushkov A. V., Efimov N. N., Egorov T. A. et al.//Proc. 19 ICRC. La Jolla, 1985. V. 2. P. 198.
14. Dyakonov M. N., Efimov N. N., Egorov T. A. et al.//Proc. 22 ICRC. Dublin, 1991. V. 2. P. 93.
15. Lawrence M. A., Reid R. I. O., Watson A. A.//Proc. 21 ICRC. Adelaida, 1990. V. 3. P. 159.
16. Cassidy G. L., Cooper R., Corbato S. C. et al.//Ibid. P. 163.

Поступила в редакцию
20.02.95

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1995. Т. 36, № 4

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 621.375.826

РАДИАЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ СО₂-СОДЕРЖАЩИХ СРЕД В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

И. Ю. Павловский, В. А. Спажанин

(кафедра оптики и спектроскопии)

Исследованы радиальные распределения коэффициента усиления СО₂-содержащих газовых сред в условиях тлеющего разряда. Измерения выполнены методом просвечивания резонансным излучением на длине волны 10,4 мкм. Показана возможность значительного изменения коэффициента усиления при изменении радиальной координаты. В периферийных зонах разряда возможно усиление в безгелиевых смесях.

Экспериментальные измерения коэффициентов усиления (КУ) и поглощения методом просвечивания позволяют проводить относительно простую диагностику неравновесных молекулярных газов [1, 2]. Однако в большинстве работ исследовались характеристики газовых смесей, усредненные по приосевой области газоразрядных трубок, наиболее существенной для генерации излучения. Вместе с тем использование неравновесных газов в различных технологических процессах выдвигает задачу регистрации пространственных распределений параметров среды [3]. Имеющиеся экспериментальные результаты подобных исследований в значительной степени противоречивы, что обусловлено трудностями достижения хорошего пространственного разрешения, а детальный теоретический расчет моделей таких сред крайне затруднителен [4, 5].

В данной работе найдено радиальное распределение КУ в центре линии P(18) перехода 10,4 мкм в условиях тлеющего разряда в смесях СО₂:N₂:He с пространственным разрешением порядка 2—3 мм. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. В качестве источника зондирующего излучения использовался стабилизированный СО₂-лазер типа ЛГ-74 (1), позволявший с помощью системы автоподстройки частоты получать одномодовый пучок излучения с относительной нестабильностью мощности не более 1% за минуту. Луч лазера через модулятор (2) и диафрагму (3) направлялся в кювету (4) с исследуемой смесью газов. Кювета представляла собой охлаждаемую проточной водой трубку из молибденового стекла диаметром 2 см и длиной активной части 90 см. Торцы герметизировались брестеровскими окошками из КС1.

Для определения радиальных зависимостей КУ осуществлялось параллельное оси смещение трубки в горизонтальном направлении.

Подвижный столик (5) с закрепленной на нем трубкой перемещался с шагом 1 мм с помощью сервопривода (6) и винтовой передачи. Направление зондирующего пучка строго фиксировалось с помощью

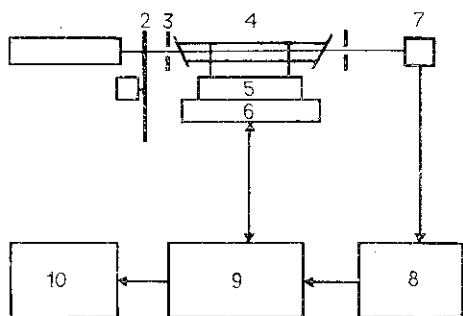


Рис. 1. Основные элементы экспериментальной установки: 1 — зондирующий лазер, 2 — модулятор, 3 — диафрагма, 4 — кювета с системой напуска газов, 5 — подвижной столик, 6 — сервопривод, 7 — пироприемник, 8 — аналого-цифровой модуль, 9 — ПЭВМ, 10 — принтер

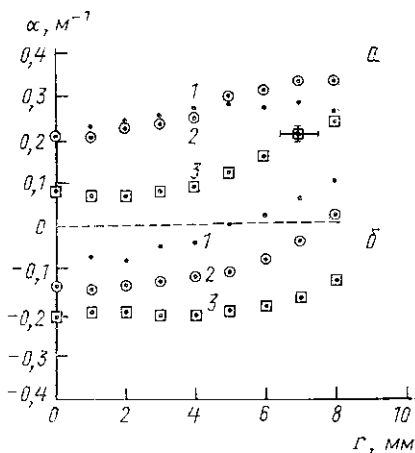


Рис. 2. Радиальные распределения КУ в смесях $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}$ (1:1:1) — а и $\text{CO}_2:\text{N}_2$ (1:1) — б при токах разряда $i=8$ (1), 15 (2) и 30 мА (3)

диафрагм. Прошедшее через среду излучение регистрировалось пироприемником ПМ-4 (7) с размерами приемной площадки $1,5 \times 1,5$ мм. Электрический сигнал с датчика поступал на аналого-цифровой модуль (8), подключенный через встроенный порт ввода-вывода к ПЭВМ (9). Величина интенсивности зондирующего пучка усреднялась по 100 измерениям, что позволило компенсировать погрешности, обусловленные кратковременной нестабильностью лазера ЛГ-74. Коэффициент усиления среды рассчитывался на основе отношений интенсивностей прошедших кювету сигналов при включенном и выключенном разряде.

На рис. 2 представлены результаты измерений КУ в смесях $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}$ и $\text{CO}_2:\text{N}_2$ при суммарном давлении 6,5 мм рт. ст. и значениях разрядного тока 8, 15 и 30 мА. Видно, что наличие небольших количеств гелия в смеси обеспечивает ее заметные усилительные свойства. Так, усиление в приосевой зоне кюветы составляет $\alpha \approx 0,22 \text{ м}^{-1}$ и медленно возрастает по мере удаления от оси. Увеличение разрядного тока снижает усиление в центральной области или ведет к росту поглощения. В отсутствие гелия основная приосевая зона разряда во всех случаях поглощает зондирующее излучение.

Наиболее интересно поведение КУ в периферийных зонах. В них возможно усиление в безгелиевых смесях (рис. 2, б, кривая 1), рост усиления при увеличении разрядного тока (при этом возможно снижение усиления на оси (рис. 2, а, кривая 2)). Наблюдается также существенное различие значений КУ при изменении радиальной координаты (рис. 2, а, кривая 3). Заслуживает внимания то обстоятельство, что

путем подбора параметров разряда можно добиться квазиоднородного профиля коэффициента усиления.

Анализ экспериментальных результатов показывает, что для описания полученных распределений КУ недостаточно упрощенного рассмотрения профилей поступательной температуры $T(r)$ и концентрации CO_2 . Восстановленная зависимость $T(r)$ не удовлетворяет стандартному уравнению теплопроводности, и необходим учет диффузионных процессов, определяющих связанные распределения температуры и концентраций возбужденных молекул CO_2 и N_2 . Для уточненного расчета профилей КУ необходимо рассматривать нарушение концентрационной однородности среды за счет термодиффузии [6] и связанный с этим перенос тепла в сопутствующих химических процессах, эффективность которых различна по сечению капилляра. Представленные экспериментальные данные могут служить основой подробного теоретического анализа, результаты которого будут опубликованы позднее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ачасов О. В., Кудрявцев Н. Н., Новиков С. С. и др. Диагностика неравновесных состояний в молекулярных лазерах. Минск, 1985.
2. Васильев А. Б., Одинцов А. И., Спажакин В. А. // Квантовая электроника. 1989. 16. С. 1806.
3. Велихов Е. П., Ковалев А. С., Рахимов А. Т. Физические явления в газоразрядной плазме. М., 1987.
4. Горднец Б. Ф., Осипов А. И., Шелепин Л. А. Кинетические процессы в газах и молекулярные лазеры. М., 1980.
5. Shaгр R. C. // J. Appl. Phys. 1987. 61. P. 5184.
6. Колчин А. В., Спажакин В. А. // ТВТ. 1989. 27. С. 820.

Поступила в редакцию
23.12.94

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1995. Т. 36, № 4

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

УДК 537.226.4:548.73

ВЛИЯНИЕ МЯГКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ ДКДП

В. М. Авдюхина, А. А. Кацнельсон, Н. С. Колесова, Г. П. Ревкевич, Б. Н. Кодеcs
(кафедра физики твердого тела)

Проведены исследования *in situ* влияния облучения монохроматизированным рентгеновским излучением с энергией квантов 8 кэВ на структуру кристаллов ДКДП. Показано, что после 6 ч облучения происходят следующие обратимые явления: период решетки увеличивается на $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}$, несколько уширяются и усиливаются дифракционные максимумы. Обсуждается природа обнаруженных явлений, вероятно связанных со смещением протонов в междоузлия решетки и последующим их коагулированием.

Влияние облучения на кристаллы сегнетоэлектриков с водородными связями изучалось многими авторами начиная с [1—3]. Для многих кристаллов, в том числе и КДП, была установлена сильная чувствительность диэлектрической поляризации к сравнительно слабым дозам γ -облучения [4]. Структурные исследования проводи-