

- [3] В. Г. Плеханов, Г. Г. Лийдя. Изв. АН СССР, сер. физ., 38, 1304, 1974; W. C. de Gruijter. J. Sol. Stat. Chem., 6, 151, 1973; Ph. D. Thesis, University of Utrecht, Netherlands, 1972.
- [4] W. A. Runciman. Sol. Stat. Commun., 6, 537, 1968.
- [5] Г. Г. Лийдя, В. Г. Плеханов. Опт. и спектр., 36, 945, 1974.
- [6] А. Н. Винчел, Г. Винчел. Оптические свойства искусственных минералов, 465. Изд. «Мир», М., 1965.
- [7] V. G. Plekhanov. Phys. Stat. Sol. (b) 57, K55, 1973.
- [8] Н. Н. Кристофель, В. В. Хижняков. Опт. и спектр., 34, 1236, 1973; V. Hizhnyakov, S. Zazubovich, T. Soovik. Phys. Stat. Sol. (b), 66, 727, 1974.
- [9] Ch. B. Lushchik. Color Centers in Alkali Halides, 189. International Symposium, Rome, 1968.

Поступило в Редакцию 29 июля 1974 г.

УДК 621.373 : 535

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ CO₂-ЛАЗЕРА ЧИСТЫМ ВОДЯНЫМ ПАРОМ

В. Н. Арефьев, В. И. Дианов-Клоков, В. Ф. Радионов и Н. И. Сизов

В связи с развитием лазерной техники и, в частности, большой перспективностью использования CO₂-лазеров в различных отраслях науки и техники в последнее время заметно усилился интерес к исследованиям ослабления лазерного излучения водяным паром в окне относительной прозрачности атмосферы 8 ÷ 12 мкм. Однако большинство таких исследований выполнялось на естественных оптических трассах, где имеет место одновременное влияние различных факторов, в том числе недостаточно точно определенных. Модельные же исследования малочисленны и часто не охватывают достаточный диапазон изменения параметров, реализующийся в атмосфере.

В оптической многоходовой кювете с базой 50 м [1] при температуре 20 ± 1° С были проведены измерения пропускания излучения CO₂-лазера трехкилометровым слоем чистого водяного пара при его содержаниях до ω = 5 см осажженного слоя. В качестве источника излучения использовался CO₂-лазер промышленного типа ЛГ-22. Анализ спектра излучения с помощью спектрометра с разрешением 0.2 см⁻¹ показал, что генерация попеременно происходила на переходах P (16), P (20), P (22), P (24). Специальных мер по разделению полученных результатов соответственно отдельным линиям не предпринималось. Таким образом, приводимые ниже данные следует рассматривать как усредненные для интервала длин волн 10.60 ± 0.05 мкм.

Для устранения погрешности, связанной с изменением мощности лазера, измерения пропускания излучения проводились по двухканальной схеме. Величина пропускания T_λ определялась из выражения

$$T_{\lambda} = \frac{I_u/I_k}{I_u^0/I_k^0}, \quad (1)$$

где I_u⁰ и I_k⁰ — интенсивности излучения при отсутствии водяного пара в кювете (остаточное давление 2 · 10⁻⁴ тор) и с водяным паром соответственно, а I_u и I_k — интенсивности излучения до входа в кювету.

Водяной пар подавался в кювету небольшими порциями из специального термостатированного испарителя. Измерения пропускания велись после выстаивания кюветы до наступления равновесного состояния. Содержание водяного пара определялось по величине давления пара в кювете, измеряемого манометром ППР-2М. Общая случайная ошибка измерений пропускания составляла ± 8.0%.

Результаты экспериментов на рисунке представлены точками. Обработка результатов по методу наименьших квадратов показала, что они аппроксимируются следующими выражениями:

$$T_{\lambda} = e^{-0.048\omega^{1.83}} \quad (2)$$

при Σ = 0.0429,
или

$$T_{\lambda} = e^{-(0.031\omega + 0.029\omega^2)} \quad (3)$$

при Σ = 0.0426 (Σ — среднее квадратичное отклонение величин T_λ) откуда для трассы произвольной длины L (км)

$$T_{\lambda} = e^{-1.75 \cdot 10^{-3} a^{1.83} L} \quad (2')$$

или

$$T_{\lambda} = e^{-(3.22a + 0.82a^2) 10^{-3} L}, \quad (3')$$

где a (г/м^3) — абсолютная влажность. Выражениям (1) и (2) на рисунке соответствуют кривые 1 и 2. На том же рисунке построены штрихпунктирная кривая, рассчитанная по формуле из [2]

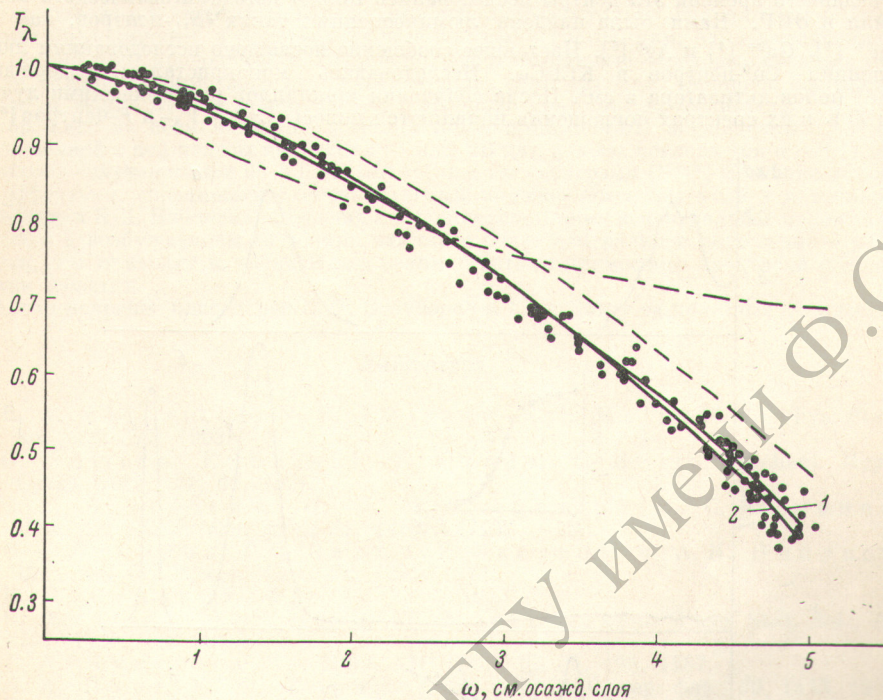
$$T_\lambda = e^{-0.09\omega}, \quad (4)$$

и штриховая кривая, рассчитанная для нашего значения $L \approx 3$ км по формуле из [3]

$$T_\lambda = e^{-8.39 \cdot 10^{-4} p^2 L}, \quad (5)$$

где $p = \omega\theta/28.8L$ — парциальное давление в торах ($\theta = 293$ К).

Из рисунка видно, что расчет по формуле (4), предполагающей независимость



Пропускание излучения CO_2 -лазера водяным паром при различных значениях ω .

спектральных свойств водяного пара от его объемной концентрации, существенно отличается от экспериментальных данных. Применение формулы (5) дает значительно лучший результат. Расхождение в этом случае невелико, причем оно может оказаться связанным с различием температур в наших опытах и экспериментах [3]. Формулы (2) и (3) хорошо аппроксимируют экспериментальные данные при содержаниях водяного пара вплоть до $\omega = 5$ см осажденного слоя. Их вид не противоречит гипотезам [4, 5] о существовании двух механизмов поглощения излучения водяным паром в области около 10.6 мкм, связанных с мономером водяного пара, с одной стороны, и с димером или обводненным аэрозолем — с другой. Однако сделать выбор между димерным и аэрозольным механизмами поглощения по рассматриваемым данным пока не представляется возможным.

Литература

- [1] В. Н. Арефьев, О. А. Волковицкий, Н. В. Гончаров, В. И. Дианов-Клоков. ПТЭ, № 1, 1974.
- [2] Н. И. Москаленко, О. В. Зотов, В. П. Дугин. Ж. прикл. спектр., 17, 65, 1972.
- [3] J. H. McCoy, R. K. Long. Appl. Opt., 8, № 7, 1969.
- [4] K. J. Bignell. Quart. Roy. Met. Soc., 96, № 409, 1970.
- [5] М. С. Малкевич, Ю. С. Георгиевский, Г. В. Розенберг, Х. А. Шкурнов, А. И. Чавро. Изв. АН СССР, сер. ФАО, 9, № 12, 1973.

Поступило в Редакцию 29 июля 1974 г.