

Письма в ЖЭТФ, том 10 стр. 5 – 8

5 июля 1969 г.

ИНДУЦИРОВАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ ВЗРЫВЕ НН, В СО₂

22

Н.Г.Басов, В.В.Громов, Е.Л.Кожелев, Е.П.Маркин, А.Н.Ораевский

Возможность получения инверсной населенности при передаче энергии от "горячих" молекул к холодным обсуждалась в работах [1,2]. При этом в работе [1] отмечалось, что "горячие" молекулы можно по-

лучать в процессе химических экзотермических реакций. Пара молекул (N_2 , CO_2), является одной из оптимальных для реализации этой идеи, так как эффективная передача возбуждения от колебательно возбужденных N_2 к CO_2 доказана путем создания мощного квантового генератора, возбуждаемого разрядом в смеси $N_2 + CO_2$ с высоким КПД [3]. Для получения "горячих" молекулами использовалась экзотермическая реакция разложения молекулы HN_3 , протекающая с образованием молекул азота в возбужденных колебательных состояниях [4]. Реакция разложения HN_3 (взрыв) в смеси $HN_3 + CO_2$ проводилась в кварцевой трубке диаметром 30 мм и длиной 1,5 м. Резонатор был образован зеркалами с золотым покрытием. Вывод энергии осуществлялся через отверстие в зеркале диаметром 1,5 мм. HN_3 получалась непосредственно в установке в специальном отсеке из азота натрия действием на него серной кислоты с последующей очисткой. Излучение регистрировалось охлаждаемым фотосопротивлением из германия легированного цинком. Реакция разложения HN_3 инициировалась светом ксеноновой лампы. Сигнал излучения, осциллограмма которого представлена на рис. 1, был зарегистрирован на волне $\lambda > 7 \text{ мкм}$. Сигнал полностью исчезал при расстройке зеркал.

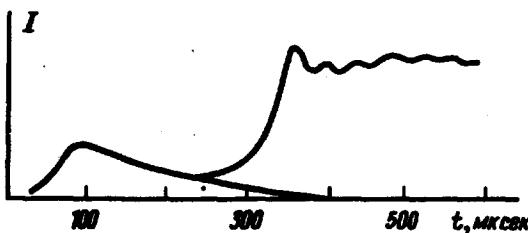


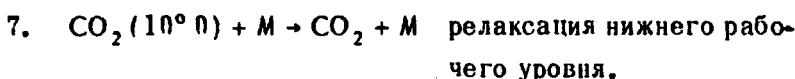
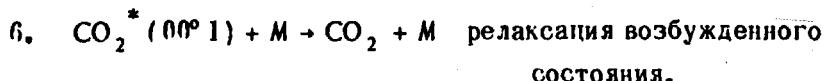
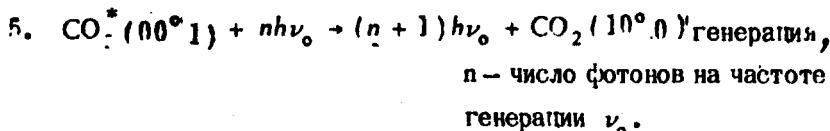
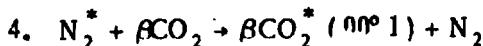
Рис. 1

В качестве контрольного опыта был проведен взрыв HN_3 в отсутствие CO_2 . Осциллограмма сигнала в этом случае представлена на рис. 2. Слабое свечение, наблюдаемое в этом опыте спустя 300 мкsec после включения лампы, является, по-видимому, люминесценцией колебательно-возбужденного радикала HN , являющегося промежуточным продуктом реакции разложения HN_3 .

Согласно [4], разложение HN_3 происходит по схеме разветвленной реакции:

1. $HN_3 + h\nu \rightarrow HN + N_2$ (инициирование),
2. $HN + HN_3 \rightarrow H_2 + N_2 + N_2^+$,
3. $N_2^+ + \alpha HN_3 \rightarrow N_2 + \alpha HN + \alpha N_2$ (разветвление).

В присутствии CO_2 возбужденный азот будет передавать свою энергию молекуле CO_2 из-за квазирезонанса между колебательными уровнями азота и ($00^{\circ} 1$) колебательной моды CO_2 :



8. Выход фотонов из резонатора.

Нетрудно составить кинетические уравнения, отвечающие процессам 1-8 и проанализировать их. Анализ показывает, что без учета индуцированных переходов (генерации) не удается найти удовлетворительного

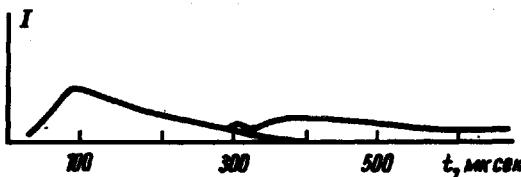


Рис. 2

объяснения наблюдаемым на опыте пульсациям выходного излучения при взрыве смеси HN_3 в присутствии CO_2 . В то же время введение индуцированных переходов (процесс 5.) естественно объясняет эти пульсации, которые являются характерной чертой переходных процессов в лазерах, рабочее вещество в котором имеет время релаксации, меньшее времени жизни фотонов в резонаторе. Отсутствие сигнала при расстройке зеркал, а также режим пульсаций достаточно убедительно говорит в пользу режима генерации.

Литература

- [1] Н.Г.Басов, А.Н.Ораевский, В.А.Шеглов. ЖТФ, 37, 339, 1967.
 - [2] В.К.Конюхов, А.М.Прохоров. Письма в ЖЭТФ, 3, 436, 1966.
 - [3] C.K.N.Patel. Appl. Phys. Lett., 7, 15, 1965.
 - [4] В.Г.Воронков, С.А.Розенберг. ДАН СССР, 177, 835, 1967.
-