

## ХИМИЧЕСКИЙ ЛАЗЕР НА СМЕСИ $D_2 + F_2 + CO_2$

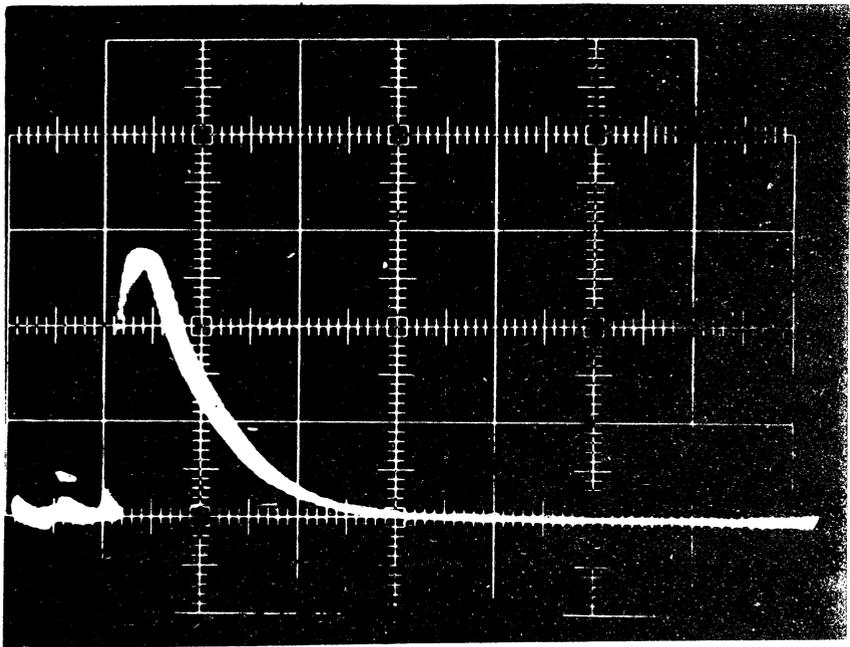
Н. Г. Басов, В. Т. Галочкин, Л. В. Кулаков,  
Е. П. Маркин, А. И. Некитин, А. Н. Ораевский

В ряде работ обсуждались преимущества и особенности использования разветвленных химических реакций для создания лазеров<sup>1,2</sup>.

Экспериментальные исследования генерации<sup>3,4</sup> с использованием молекулы  $HF$ , получаемой в процессе разветвленной цепи в смеси  $H_2 + F_2$ , показали определенные преимущества этой смеси по сравнению с ранее использованными<sup>5,6,7</sup>. Однако в этих работах вряд ли удалось выявить особенности разветвленной цепи. Дело в том, что оценки скорости разветвления цепи в смеси  $H_2 + F_2$  показывают<sup>8</sup>, что это медленный процесс по сравнению с длительностью импульса генерации, которая ограничивается дезактивацией возбужденных молекул  $HF$  на "холодных"  $HF$ . Чтобы устранить это ограничение, используя преимущества разветвленной реакции и медленно релаксирующей активной компоненты, нами решено было использовать идею получения инверсной населенности путем передачи возбуждения от "горячего" продукта реакции к "холодному", впервые высказанную применительно к химическим лазерам в<sup>9</sup> и успешно реализованную в работах<sup>10-12</sup>. Основываясь на результатах<sup>11</sup>, мы использовали смесь  $D_2 + F_2 + CO_2$ . При проведении экспериментов использовалась система, описанная нами в<sup>4</sup>.

На рис. 1 показана форма импульса генерации на возбужденных молекулах  $DF$  при соотношении давле-

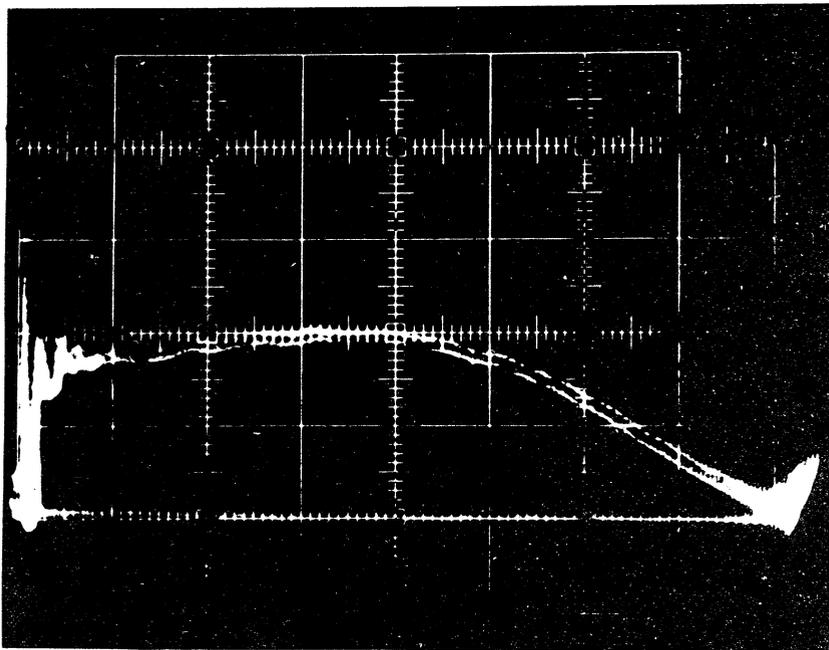
ний дейтерия и фтора 0,9 : 0,9 тор. Длительность импульса по полуширине составляет  $\sim 3$  мксек. Добавление 0,1 тор  $\text{CO}_2$  к этой смеси сокращает длительность



Р и с. 1. Импульс генерации химического лазера на смеси  $\text{D}_2:\text{F}_2 = 0,9:0,9$  тор в области длин волн вблизи 4 мк. Временная развертка - 2 мксек/дел. В начале развертки зафиксирован электрический импульс, инициирующий химическую реакцию ( $E = 0,25$  дж,  $\tau_{\text{и}} = 1$  мксек.).

импульса в два раза, а при увеличении давления  $\text{CO}_2$  до 0,3 тор генерация на  $\lambda = 4$  мк срывается. При этом появляется генерация на длине волны  $\lambda = 10,6$  мк. При дальнейшем росте давления интенсивность импульса генерации увеличивается и достигает максимума (в зависимости от соотношения концентраций  $\text{D}_2$

и  $F_2$  в смеси) при давлении в пределах 1–2 тор. Длительность импульса генерации на возбужденных молекулах  $CO_2$  равняется 400 мксек (рис. 2), т.е. соответству-



Р и с. 2. Импульс генерации химического лазера на  $\lambda = 10,6$  мк при составе смеси  $D_2:F_2:CO_2 = 0,9:1,0:0,5$  тор. Временная развертка – 50 мксек/дел.

ет времени существования хемилюминесценции возбужденных молекул  $DF^*$  (см.<sup>3,8</sup>). Энергия в импульсе генерации на молекулах  $CO_2$  возросла по сравнению с энергией излучения  $DF^*$  примерно в 10 раз, что соответствует увеличению квантового выхода в 25 раз.

Попытка наблюдения передачи возбуждения от молекул  $DF^*$ , полученных в процессе реакции  $NF_3 + D_2$  или  $N_2F_4 + D_2$ , молекулам  $CO_2$  не дала положительного результата. Это можно объяснить, по-видимому,

сильной дезактивацией возбужденных молекул  $DF^*$  радикалами  $NF_2$  и  $N_2F_3$ .

В дальнейшем наибольший интерес представляет изучение механизма передачи колебательной энергии от молекул  $DF^*$  молекулам  $CO_2$ , в котором, по-видимому, заметную роль играет образование возбужденного комплекса  $^{13}DF^* - CO_2$ . Информацию об этом может дать исследование динамики тушения молекулами  $CO_2$  различных колебательно-вращательных уровней молекул  $DF$ .

Авторы благодарны А. В. Памкратову за обсуждения и обеспечение работы веществами.

Поступила в редакцию  
30 апреля 1970 г.

### Л и т е р а т у р а

1. В. Л. Тальрозе. "Кинетика и катализ" 5, 11 (1964).
2. А. Н. Ораевский, ЖЭТФ, 55, 1423 (1968).
3. О. М. Батовский, Г. К. Васильев, Е. Ф. Макаров, В. Л. Тальрозе. Письма в ЖЭТФ, 9, 341 (1969).
4. Н. Г. Басов, Л. В. Кулаков, Е. П. Маркиц, А. И. Никитин, А. Н. Ораевский. Письма в ЖЭТФ, 9, 613 (1969).
5. K.L. Compa, G.C. Pimentel, J. Chem. Phys., 47, 857 (1967).
6. J.H. Parker, G.C. Pimentel, J. Chem. Phys., 48, 5273 (1968).
7. R.W.F. Gross, N. Cohen, T.A. Jacobs. J. Chem. Phys., 48, 3821 (1968).
8. Г. К. Васильев, Е. Ф. Макаров, В. Г. Панин, В. Л. Тальрозе. Доклад на симпозиуме по химическим квантовым генераторам 2-4 сентября 1969 г., Москва, препринт.
9. Н. Г. Басов, А. Н. Ораевский, В. А. Щеглов. ЖТФ, 12, 243 (1967).

10. C.V. Moore, J. Quant. Electron., 4, 52 (1968).
11. R.W.F. Gross, J. Chem. Phys., 50, 1889 (1969).
12. Н. Г. Басов, В. В. Громов, Е. Л. Кошелев, Е. П. Маркин, А. Н. Ораевский. Письма в ЖЭТФ, 10, 5, (1969).
13. K.L. Komra, J.H. Parker, G.C. Pimentel. J. Chem. Phys., 49, 4257 (1968).