

Письма в ЖЭТФ, том 15, вып. 3, стр 135 – 137 5 февраля 1972 г.

**ИМПУЛЬСНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЛАЗЕР ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ
НА СМЕСИ $D_2 + F_2 + CO_2$**

*Н.Г.Басов, С.И.Заворотный, Е.П.Маркин,
А.И.Никитин, А.Н.Ораевский*

К настоящему времени наиболее широкое развитие получили химические лазеры, основанные на реакциях галогенов с водородом, первым из которых был лазер на хлористом водороде [1]. При этом большинство исследователей отдало предпочтение реакциям с участием фтора как наиболее энергосодержащим [2 – 4]. Логическим следствием этого направления работ оказалось освоение для лазеров химической реакции водорода со фтором [5, 6], в которой эффективная для работы лазера длина цепи значительно превышает длину цепи реакции водорода с хлором. Однако, в процессе работы с химическими лазерами на галогеноводородах был выявлен их принципиальный недостаток – быстрая релаксация возбужденных молекул путем взаимодействия с дезактивированными молекулами того же вида. В преодолении этой трудности весьма плодотворной оказалась идея получения инверсной заселенности путем передачи энергии от "горячих" молекул, получаемых в процессе химических реакций, к "холодным" молекулам. Эта идея, впервые высказанная применительно к химическим лазерам в работе [7], была успешно реализована рядом исследователей [8 – 11]. Методика введения многоатомной молекулы CO_2 в смесь $D_2 + F_2$ оказалась очень плодотворной: благодаря ей удалось

поднять химический КПД и выходную энергию импульсного химического лазера примерно в 10 раз [12]. Успешное осуществление опытов со смесью при низких давлениях [12] позволило нам перейти к экспериментам при более высоких давлениях реагентов. Введением молекул CO_2 удалось составить рабочую смесь, в которой парциальные давлениядейтерия и технически чистого фтора, превышали второй целевой предел воспламенения чистой стехиометрической смеси $\text{D}_2 + \text{F}_2$. По-видимому, CO_2 устранил энергетическое разветвление в реакциидейтерия (водорода) с фтором, заметно не влияя на длину прямой цепи¹⁾. Типичное отношение парциальных давлений основных компонент газовой смеси – фтора,дейтерия, углекислого газа и гелия – составляло, соответственно, 1:1 4:11; суммарное давление варьировалось в пределах нескольких сотен *мбар*.

Опыты проводились в сосуде – реакторе из нержавеющей стали.

Инициирование реакции осуществлялось излучением линейной импульсной лампы с яркостной температурой 20000 – 25000°К. В качестве лампы использовался электрический разряд (30 μF , 30 кВ) в кварцевой трубке, инициируемый взрывающейся проволочкой [13, 14]. Излучение выводилось через окна из хлористого натрия, расположенные на фланцах реакционной трубы. Оптический резонатор был образован плоским зеркалом с золотым покрытием и одним из окон реакционного сосуда. Свет, прошедший через пластину из хлористого натрия, направлялся на калориметр, а часть его – после ослабления – на фотосопротивление из германия, легированного золотом, работающее при температуре жидкого азота.



Форма импульса генерации. Цена деления временной развертки – 10 мксек

Опыт показал, что скорость образования атомов фтора при диссоциации молекул фтора под действием излучения используемого источника в большинстве случаев оказывается недостаточной для развития генерации. Поэтому для улучшения условий инициирования реакции в смесь вводилась легко диссоциирующая фторсодержащая компонента, в качестве которой использовался шестифтористый молибден или дру-

¹⁾ Здесь мы отвлекаемся от возможной роли CO_2 , как третьего тела в реакциях типа $\text{F} + \text{F} + \text{M} \rightarrow \text{F}_2 + \text{M}$ и $\text{D} + \text{D} + \text{M} \rightarrow \text{D}_2 + \text{M}$.

гие соединения фтора. Давление Mo F_6 (несколько *тор*) выбиралось таким, чтобы характерное время химической реакции составляло около 1 – 2 *мксек*.

На рисунке показана форма импульса излучения химического лазера на длине волны около 10,6 *мкм*. Как правило, генерация появляется спустя 5 *мксек* после начала светового импульса и длится 7 – 10 *мксек*. На вершине импульса иногда наблюдаются пички длительностью около 1 *мксек*. Энергия в импульсе излучения в зависимости от состава газовой смеси менялась от 5 до 15 *дж*.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность за помощь в работе А.В.Панкратову, В.С.Зуеву, В.Л.Тальрозе, П.Г.Григорьеву, Л.В.Кулакову, В.Т.Галочкину, В.В.Громову, Б.Л.Боровичу и Г.К.Васильеву.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
21 декабря 1971 г.

Литература

- [1] J.V.V.Kasper, G.C.Pimentel. Phys. Rev. Lett., **14**, 352, 1965.
- [2] K.L.Kompa, G.C.Pimentel. J.Chem. Phys., **47**, 857, 1967.
- [3] J.H.Parker, G.C.Pimentel. J.Chem. Phys., **48**, 5273, 1968.
- [4] R.W.F.Gross, N.Cohen, T.A.Jacobs. J.Chem. Phys., **48**, 3821, 1968.
- [5] О.М.Батовский, Г.К.Васильев, Е.Ф.Макаров, В.Л.Тальрозе. Письма в ЖЭТФ, **9**, 341, 1969.
- [6] Н.Г.Басов, Л.В.Кулаков, Е.П.Маркин, А.И.Никитин, А.Н.Ораевский. Письма в ЖЭТФ, **9**, 613, 1969.
- [7] Н.Г.Басов ,А.Н.Ораевский, В.А.Щеглов. ЖЭТФ, **12**, 243, 1967.
- [8] H.L.Chen , J.C.Stephenson, C.B.Moore. Chem. Phys. Lett., **2**, 593, 1968.
- [9] C.B.Moore, R.E.Wood, B.L.Hu, I.T.Yardley. J.Chem. Phys., **46**, 4222, 1967.
- [10] R.W.F. Gross. J.Chem. Phys., **50**, 1889, 1969.
- [11] Н.Г.Басов, В.В.Громов, Е.Л.Кошелев, Е.П.Маркин, А.Н.Ораевский. Письма в ЖЭТФ, **10**, 5, 1969.
- [12] Н.Г.Басов, В.Т.Галочкин, Л.В.Кулаков, Е.П.Маркин, А.И.Никитин, А.Н.Ораевский. Краткие сообщения по физике, **1**, №7, 1970.
- [13] Н.Г.Басов, Б.Л.Борович, В.С.Зуев, Ю.Ю.Стойлов. ЖТФ, **38**, 2079, 1968.
- [14] Н.Г.Басов, Б.Л.Борович, В.С.Зуев, В.Б.Розанов, Ю.Ю. Стойлов, ЖТФ, **40**, 516, 1970; ЖТФ, **40**, 805, 1970.