

## О ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ В СМЕСИ $F_2 + H_2$ ПУЧКОМ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ

*В.Ф. Жаров, В.К. Малиновский, Ю.С. Пеганов,  
Г.М. Чумах*

Для получения предельно больших параметров импульсного химического лазера на смеси  $F_2 + H_2$  необходимо значительное увеличение объемов и давлений рабочей среды. Способ иницирования реакции в этом случае должен обеспечить значительный энерго-вклад в активный объем за времена  $\sim$  времени колебательной релаксации ( $\tau_{\text{рел}}$ ) возбужденных молекул HF. При  $p \sim 1$  атм.

$$\tau_{\text{рел}} \text{ HF} \sim 10^{-7} \text{ сек [1]}.$$

Ниже описаны результаты исследования интегральных энергетических характеристик лазера на смеси  $F_2 + H_2$ , возбуждаемого пучком релятивистских электронов.

На рис. 1 показана принципиальная схема экспериментальной установки. Пучок релятивистских электронов из ускорителя РИУС-5 (энергия электронов  $E = 2$  Мэв, ток пучка 4 кА, длительность импульса  $t \sim 5 \cdot 10^{-8}$  сек), вводился в лазерную полость (1) перпендикулярно ее оси через две титановые фольги (7) толщиной 50 мк. Длина активной части кюветы 5 см, сечение 1,5 x 1,5 см. Кювета изготовлена из меди. Внутренняя камера охлаждалась жидким азотом до температуры  $150 \pm 100^\circ\text{K}$  и изолировалась от окружающей среды с помощью вакуумной рубашки для защиты окон кюветы, изготовленных из флюорита (11), от конденсации атмосферной влаги. При температуре  $150 > T > 100^\circ\text{K}$  смесь фтора с водородом оставалась стабильной до давлений 600 тор. Скорость напуска в кю-

вету предварительно охлажденных до той же температуры фтора и водорода определялась конструкцией газовой системы и не превышала 10 тор/сек.

Оптический резонатор состоял из сферического ( $R \sim 2$  м) глухого зеркала, напыленного золотом (3) и германиевой пластинки (3').

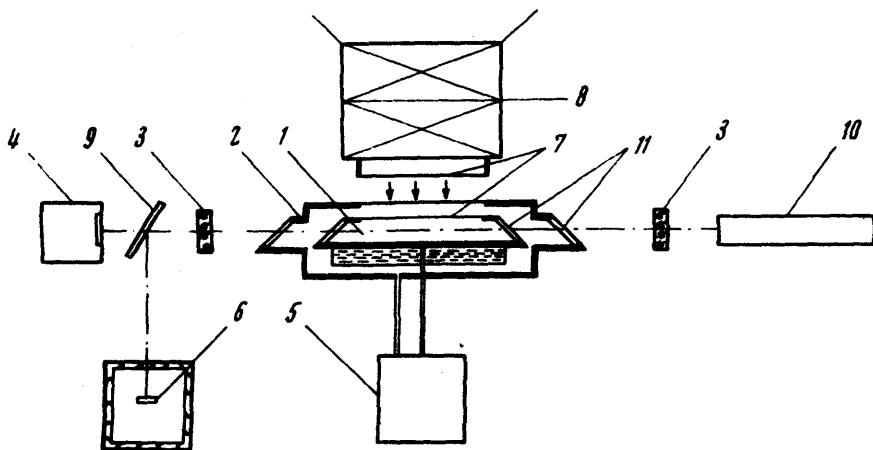


Рис. 1. Схема установки: 1 — лазерная полость, 2 — наружная камера, 3 — германиевая пластинка, 3' — глухое зеркало, 4 — calorиметр ИЭК-1, 5 — система напуска и откачки смеси газов, 5 — детектор Ge-Au, 7 — титановая фольга, 9 — магнитная линза ускорителя, 9 — плоскопараллельная кварцевая пластинка, 10 — юстировочный лазер ЛГ-126, 11 — окна из  $\text{CaF}_2$

Основная доля лазерного излучения регистрировалась calorиметром ИЭК-1 (4). Плоскопараллельная пластинка из кварца (9) ответвляла часть излучения на детектор из Ge Au, защищенный от паразитного  $\gamma$ -излучения свинцовым домиком (6). Сигнал с детектора регистрировался осциллографом С-1-29. Постоянная времени измерительной схемы  $10^{-6}$ сек.

Юстировка оптической системы проводилась с помощью лазера ЛГ-126 на двух длинах волн ( $\lambda_1 - 0,63$  мк,  $\lambda_2 - 3,39$  мк). Длительность импульса генерации  $\sim 20 \cdot 10^{-6}$ сек. Порог генерации достигается при давлении смеси  $\sim 150 + 200$  тор. Вблизи порога параметры импульса генерации нестабильны и чувствительны к флуктуациям параметров электронного пучка. В тех случаях, когда давления смеси превышали пороговое, воспроизводимость от импульса к импульсу была хорошей.

На рис. 2 приведена зависимость энергии лазерного излучения от давления исходной смеси. Линейный характер этой зависимости свидетельствует о том, что энергия лазерного излучения прямо пропорциональна поглощенной в смеси энергии пучка.

Выше 600 тор подняться по давлению не удалось. После бомбардировки электронами ухудшается, по-видимому, пассивировка стенок кюветы. Это приводит к случайным взрывам смеси (ни калориметр, ни детектор Ge Ли не фиксирует лазерного излучения). Окна кюветы покрываются в таких случаях непрозрачным для видимого и инфракрасного излучения налетом.

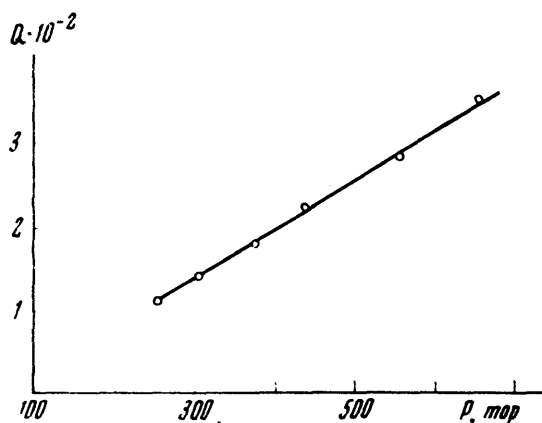


Рис. 2. Энергия генерации при различных давлениях смеси  $F_2 + H_2$

Потери энергии электронного пучка в титановых фольгах, развязывающих реакционный объем от внешней среды, определялись экспериментально. Для этого камера заменялась толстым листом дюрала, в котором с соблюдением полного геометрического подобия прорезалось окно, закрытое с двух сторон титановыми фольгами. На выходе калориметр фиксировал энергию прошедшего пучка. Оказалось, что около 30% от полной энергии пучка доходит до реакционного объема.

Количество поглощенной в активной среде энергии вычислялось по известной плотности смеси и энергии электронов. Отношение энергии лазерного излучения ( $Q_{\text{лаз}}$ ) к энергии пучка, поглощенной в активной среде ( $Q_{\text{погл}}$ ), было 1,5 + 1,8.

Важно отметить, что в исследованном диапазоне давлений (200 + 600 тор) энергетический КПД  $Q_{\text{л}} / Q_{\text{погл}}$  оставался постоянным. Полученное нами абсолютное значение КПД, видимо, не максимально, поскольку не предпринималось никаких мер к оптимизации резонатора.

Проведенные эксперименты свидетельствуют о перспективности использования электронных пучков для инициирования химических реакций в лазерных средах. Исследование конкретных механизмов реакций, приводящих к диссоциации фтора, позволит, по-видимому, создать условия, улучшающие эффективность использования энергии пучка.

В заключение авторы выражают свою признательность Г.Г.Долгову-Савельеву за постановку задачи и С.Б.Вассерману за предоставленную возможность работы на ускорителе РИУС-5.

Институт ядерной физики  
Академии наук СССР  
Сибирское отделение

Поступила в редакцию  
6 июля 1972 г.

#### Литература

[ 1 ] H.K. Shin. Chem. Phys. Lett., 10, 81, 1971.

---