

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ БУФЕРНОГО ГАЗА НА КИНЕТИКУ СПЕКТРА ГЕНЕРАЦИИ ФОТОДИССОЦИАЦИОННОГО ЛАЗЕРА

В. Н. Волков, И. Г. Зубарев

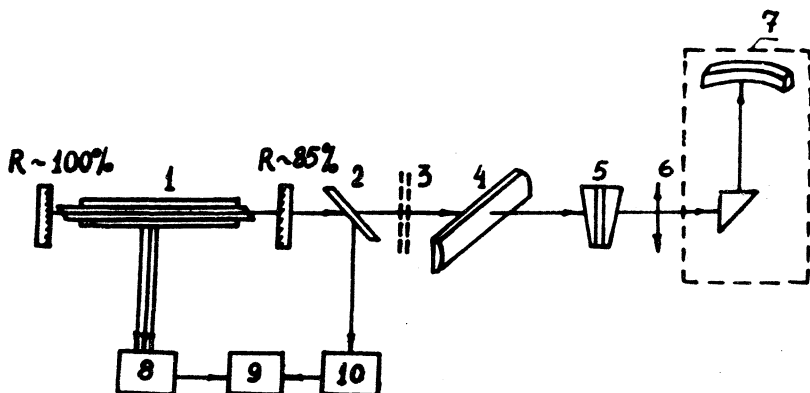
Интегральный спектр генерации фотодиссоциационного лазера был исследован ранее в работе /1/. В работе /2/ изучался временной характер спектра генерации. Однако по приведенным результатам трудно сделать какие-либо однозначные выводы о влиянии давления в рабочей среде лазера на его спектр генерации.

В связи с этим нами были произведены специальные эксперименты по выяснению влияния давления буферного газа на кинетику спектра генерации. Блок-схема экспериментальной установки, используемой в данной работе, представлена на рис. 1. Излучение лазера (1), рабочая среда которого находилась во внутренней полости коаксиальной лампы-вспышки /3/, цилиндрической линзой (4) фокусировалось на интерферометр Фабри-Перо. Интерференционная картина, локализованная в фокальной плоскости цилиндрической линзы, разворачивалась во времени с помощью скоростного фоторегистратора типа СФР-2М и регистрировалась на люминофоре, с которого затем проводилось фотографирование на обычную пленку А-2.

Форма и длительность импульсов излучения накачки и генерации регистрировалась соответственно фотоземлементами типа Ф-7 и Ф-111, сигналы с которых подавались на двухлучевой осциллограф ОК-17М.

Чтобы исключить возможное влияние неоднороднос-

ти показателя преломления, обусловленного изменением давления C_3F_7J /4/, в данных экспериментах давление рабочей среды варьировалось путем изменения давления ксенона, а давление C_3F_7J поддерживалось постоянным и равным 15 торам.

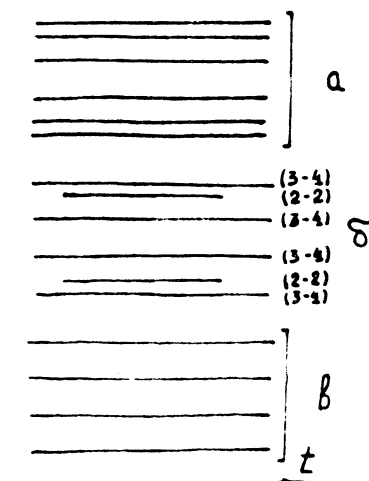


Р и с 1. Блок-схема экспериментальной установки.

1 - коаксиальная лампа-вспышка с внутренним диаметром кюветы 8 мм и длиной 600 мм; 2 - плоскопараллельная стеклянная пластина; 3 - фильтр ИКС-3; 4 - цилиндрическая линза с фокусным расстоянием $F = 170$ мм; 5 - интерферометр Фабри-Перо с зазором между зеркалами 3 мм; 6 - объектив СФР-2М; 7 - СФР-2М, работающий в режиме щелевой развертки с люминофорной вставкой для регистрации излучения с $\lambda = 1,315$ мк; 8, 10 - фотоэлементы Ф-7 и Ф-111; 9 - осциллограф ОК-17М.

Кроме этого необходимо было исключить возможность расщепления спектральных линий в магнитном поле разрядного тока. Для этого использовалась коаксиальная лампа-вспышка /3/, внутри которой, где расположено активное вещество, магнитное поле практически отсутствует. Но чтобы окончательно убедиться в этом, магнитное поле измерялось в разных мес-

тах лазерной кюветы. Измерения производились с помощью магнитного зонда, представляющего собой катушку индуктивности с четырьмя витками диаметром пять миллиметров, ось которой ориентировалась различным образом по отношению к оси кюветы. Как показали многочисленные измерения, магнитное поле в



Р и с. 2. Временная развертка спектра генерации.

а - давление C_3F_7J 15 тор; б - парциальное давление C_3F_7J 15 тор и ксенона 120 тор; в - парциальное давление C_3F_7J 15 тор и ксенона 750 тор.

кювете не превышает 40 э, что соответствует пределу чувствительности измерительной аппаратуры (данный зонд и осциллограф ОК-17М).

На рис. 2 представлено изменение кинетики спектра генерации при изменении давления в рабочей среде фотодиссоциационного лазера. Как видно из представленных интерферограмм, при использовании в качестве активной среды лазера чистого вещества C_3F_7J при давлении 15 тор (рис. 2а), генерация происходит одновременно на двух линиях сверхтонкой структуры атомного

перехода $\lambda(2-2)$ и $\lambda(3-4)$. При добавлении в кювету ксенона с парциальным давлением 120 тор (рис.26) генерация на переходе 3-4 начинается раньше, чем на переходе 2-2 (длинноволновая компонента в спектре), а кончается позже. При атмосферном давлении в рабочей среде (рис.2в) генерация излучения происходит на одной линии 3-4. Энергия генерации во всех трех случаях равнялась приблизительно 1 дж, а длительность импульса 10 мксек.

Теоретическое рассмотрение влияния давления в рабочей смеси фотодиссоциационного лазера на его спектр генерации производилось в работе /5/. Было показано, что в зависимости от величины параметра

$$\delta = \frac{K}{F} \left(\frac{1}{L} \cdot \frac{1}{\tau_{\phi} g s \sigma_{\text{инд}}} \right)^2$$

генерация фотодиссоциационного лазера может происходить как на двух компонентах ($\delta \ll 1$), так и на одной ($\delta \geq 1$). Здесь K - параметр, характеризующий перемешивание компонент сверхтонкой структуры; F - интенсивность накачки ($\text{см}^{-3} \text{сек}^{-1}$); $1/L$ - отношение длины активной среды к длине резонатора; τ_{ϕ} - время жизни фотона в резонаторе; g - вырождение верхнего уровня атомного перехода; s - скорость света; $\sigma_{\text{инд}}$ - сечение индуцированного излучения.

Как показывают оценки, среднее значение интенсивности накачки по порядку величины равно $F \sim 10^{23} \text{ см}^{-3} \text{ сек}^{-1}$. При этом коэффициенты δ при различных давлениях имеют следующую величину

давление, тор	$\sigma_{\text{инд}}, \text{ см}^2 (3-4)$	δ
15	$3.5 \cdot 10^{-18}$	10^{-3}
150	$5 \cdot 10^{-19}$	$6 \cdot 10^{-2}$
760	$1 \cdot 10^{-19}$	1,5

Таким образом в первых двух случаях ($p = 15$ и 150 тор) генерация должна происходить на двух компонентах сверхтонкой структуры, а в третьем случае при давлении в рабочей среде 760 тор — только на переходе 3-4, что и наблюдается экспериментально. Следовательно, имеется качественное согласие между теорией и экспериментом.

Поступила в редакцию
18 сентября 1971 г.

Л и т е р а т у р а

1. В. Н. Волков, И. Г. Зубарев. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 10, 10 (1970).
2. В. С. Зуев, В. А. Катулин, О. Н. Носач. Вторая международная конференция "Лазеры и их применение", Дрезден, 1970 г.
3. В. Н. Волков, В. С. Зуев, В. А. Катулин. ЖПС, XIУ, вып. 2, 190 (1971).
4. И. М. Белоусова, О. Б. Данилов, И. А. Сяницына, В. В. Спиридонов. ЖЭТФ, 58, 1481 (1970).
5. Т. Л. Андреева, В. А. Алексеев, Е. А. Юков. Квантовая электроника, (1972) (в печати).