

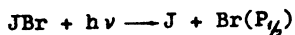
РЕКОМБИНИРУЮЩИЙ ФОТОДИССОЦИОННЫЙ ОКГ НА $J\text{Br}$ В РЕЖИМЕ ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ИМПУЛЬСОВ

В. А. Дудкин., И. Н. Князев, В. И. Малышев

В большинстве описанных в литературе газовых ОКГ с возбуждением в процессе фотодиссоциации молекул, например¹⁻⁶, процессы разложения необратимы, и потому такие системы являются по существу ОКГ одноразового действия. Необходимость удаления продуктов распада из рабочей кюветы и заполнения её исходным веществом затрудняет использование таких ОКГ в физических исследованиях. Поэтому большой практический интерес представляют ОКГ с такими рабочими веществами, продукты разложения которых способны быстро рекомбинировать в исходное состояние. Такие вещества позволяют осуществить периодический (а в принципе и непрерывный) режим работы ОКГ с отпаянной кюветой.

В работах^{7,8} впервые были созданы рекомбинирующие фотодиссоционные ОКГ, в которых исходными веществами служили NOCl ⁷ и $J\text{Br}$ ⁸. В первом случае фотодиссоциация молекул NOCl приводила к образованию инверсной заселенности молекул NO , а во втором - атомов Br . Однако авторы данных работ исследовали ОКГ фактически только в режиме одиночных импульсов. Настоящая работа содержит результаты исследования работы ОКГ на $J\text{Br}$ в режиме сравнительно малых частот повторения импульсов подсветки, однако при этом появляются некоторые новые особенности работы ОКГ, позволяющие сделать заключения о рекомбинационных процессах в таком ОКГ.

Механизм образования инверсной заселенности атомов Br аналогичен механизму создания инверсии в ОКГ на CF_3J^1 , где используется переход атомарного иода. При фотодиссоциации молекулы JBr образование возбужденного атома Br происходит по схеме:



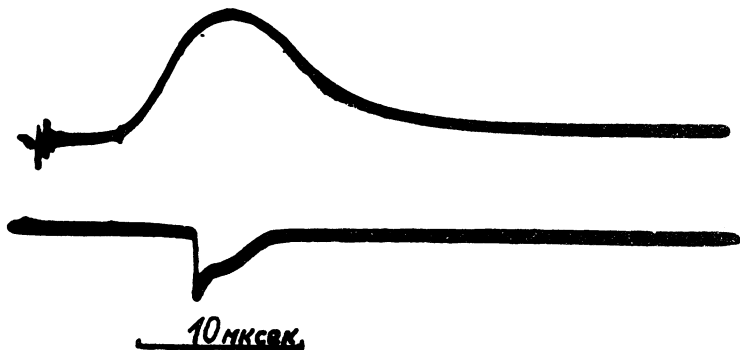
Максимум соответствующей полосы поглощения молекул JBr лежит в области 5000 \AA . Инверсия возникает между уровнями тонкой структуры электронного терма Br , соответствующего основному состоянию атома. Между этими уровнями $P_{1/2}$ и $P_{3/2}$ возможен магнитный дипольный переход, вероятность которого $\lambda \approx 1 \text{ сек}^{-1}$. Длина волны перехода $\lambda = 2,714 \text{ мкм}$.

Экспериментальная установка имела следующие параметры. Стеклоянная кювета длиной 110 см и внутренним диаметром 2 см помещалась внутри резонатора, длина которого составляла 140 см . Торцевые окна кюветы были из кварца и располагались под углом Брюстера к оси кюветы. Давление паров вещества в кювете соответствовало давлению паров насыщения JBr и составляло при комнатной температуре ($T = 20^\circ\text{C}$) $5\text{--}6 \text{ тор}$. Одно из зеркал резонатора с радиусом кривизны $R = 500 \text{ см}$ имело серебряное покрытие и практически не пропускало излучения ОКГ. Другое зеркало — плоское — имело золотое покрытие на подложке из флюорита с пропусканием напыленного слоя $T \approx 1\%$ на $\lambda = 2,7 \text{ мкм}$. Излучение ОКГ, проходящее через плоское зеркало, регистрировалось фотосопротивлением $\text{Ge} - \text{Au}$ с постоянной времени $\tau < 1 \text{ мксек}$. Сигнал импульса подсветки регистрировался фотоэлементом ФЭК-09.

Для подсветки кюветы использовались две лампы ИФП-20 000, размещавшиеся рядом с кюветой. Кювета и лампы оборачивались алюминиевой фольгой. Источником питания ламп являлась емкость $C = 2 \text{ мф}$; напряжение зарядки менялось в пределах $15\text{--}30 \text{ кв}$; период повторения импульсов подсветки составлял $6\text{--}7 \text{ сек}$.

Энергетический выход в импульсе генерации измерялся градуированным термостолбиком.

Осциллограммы импульса подсветки и импульса генерации снимались на осциллографе ОК-17. На рис.1 приведен типичный вид наблюдавшихся осциллограмм. Полуширина импульса подсветки в наших условиях составляла 8-10 мксек, а длительность импульса генерации - 4-5 мксек. Практически во всех случаях генерация воз-



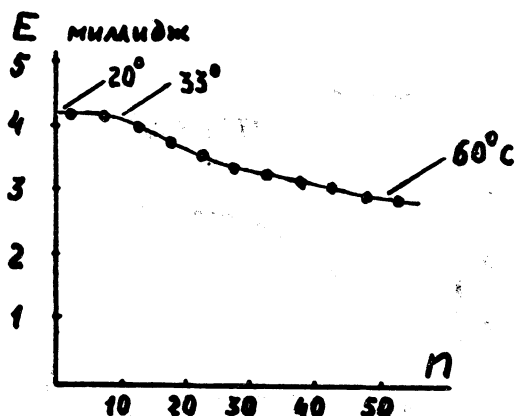
Р и с. 1. Осциллограмма импульса подсветки и импульса генерации.

никала на переднем фронте импульса подсветки, причем форма и длительность импульса слабо зависели от величины энергии накачки.

При работе ОКГ с одним и тем же веществом в закрытой кювете в режиме повторяющихся импульсов наблюдалось постепенное уменьшение энергии в импульсе генерации. Приведенные на рис.2 данные являются усредненными за 5 импульсов величинами выходной энергии. Кроме того указана температура кюветы в начале опыта, после 10 импульсов и после 55 импульсов. После охлаждения кюветы величина выходной энергии возрастала до прежнего уровня.

Таким образом, повышение температуры кюветы от 20°C до 60°C можно как-то связывать с уменьшением

энергии в импульсе генерации на 25–30%. Однако по данным, имеющимся в литературе⁹, термическая диссоциация газообразного JBr слабо зависит от температуры в интервале $20^\circ - 100^\circ C$ (8% – 13%), так что объяснить наблюдавшуюся зависимость увеличением сте-



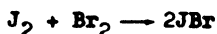
Р и с. 2. Зависимость выходной энергии от числа импульсов.

$Q = 900$ дж, период 7 сек.

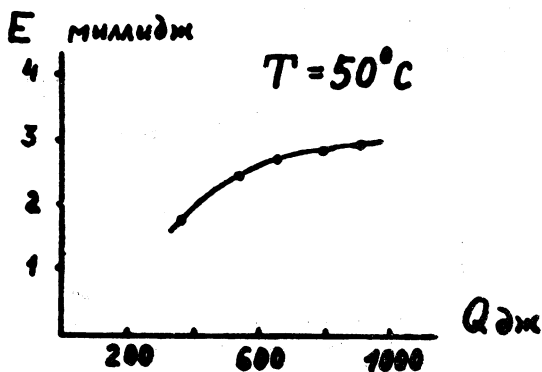
пени диссоциации JBr с температурой, по-видимому, нельзя.

Возможно, что уменьшение энергии в импульсе генерации связано с периодическим режимом работы ОКГ, если предположить, что JBr рекомбинирует не полностью к моменту появления следующего импульса накачки. Казалось бы, это предположение находится в противоречии с данными о времени рекомбинации JBr ($\tau \approx 3 \cdot 10^{-3}$ сек), приводимыми в работе⁸. Однако, если рассмотреть методику определения концентрации JBr в кювете авторами⁸, то можно сделать заключение только о том, что за времена $3-4 \cdot 10^{-3}$ сек в кювете появляется достаточно большая концентрация молекул, поглощающих излучение аргонового ОКГ на

$\lambda = 5145 \text{ \AA}$. Молекулы J_2 и Br_2 тоже имеют полосы поглощения в этой области, как указывают сами авторы, причем сечения поглощения таковы, что рекомбинация молекул J_2 и Br_2 типа



не приводит к заметным изменениям в линии поглощения.



Р и с. 7. Зависимость выходной энергии от накачки.

Исходя из этого, можно полагать, что процесс рекомбинации JBr в кювете идет двухстадийно. На первой стадии за короткие времена атомы J и Br образуют молекулы JBr , J_2 и Br_2 . На второй стадии происходит более медленный процесс образования молекул JBr из J_2 и Br_2 . При более или менее частом повторении импульсов подсветки концентрация JBr может заметно понизиться за счёт повышения концентрации J_2 и Br_2 . Заметим, что повышение температуры кюветы препятствует оседанию J_2 на стенки кюветы. Кроме того повышение концентрации J_2 и Br_2 может увеличивать тушащее воздействие на возбужденные атомы Br .

Механизм рекомбинации JBr , описываемый выше, хотя и позволяет качественно объяснить наблюдавшееся

ся уменьшение энергии, но сам нуждается в более детальных исследованиях для обоснования.

В экспериментах была также снята зависимость выходной энергии от энергии накачки для кюветы, нагретой до 50°C (см. рис.3). Эта зависимость аналогична наблюдавшейся в работе⁸, где кювета находилась при комнатной температуре. При энергиях накачки порядка 1000 дж кривая зависимости выходит на насыщение.

Максимальная энергия в импульсе генерации, полученная при энергии накачки 900 дж, составляла $3-4 \cdot 10^{-3}$ дж. При длительности импульса генерации 4-5 мксек для пиковой выходной мощности получается значение порядка 1 квт. По-видимому, эта цифра может быть увеличена за счет оптимизации параметров ОКГ, таких, как пропускание зеркал, давление JBr и т.п.

В заключение авторы выражают благодарность Л. А. Новиковой и Л. В. Морозовой за приготовление JBr.

Поступила в редакцию
9 марта 1970 г.

Л и т е р а т у р а

1. Kasper J.V.V., Pimentel G.C. APL 5, 231 (1964).
2. Kasper J.V.V., Pimentel G.C. PRL 14, 352 (1965).
3. Pollack M.A. APL 8, 237 (1966).
4. Pollack M.A. APL 9, 94, 230 (1966).
5. Airey J.R. J. Quant. Electron. 3, 208 (1967).
6. Кофра К.Л., Pimentel G.C. J. Chem. Phys. 47, 857 (1967).
7. Giuliano C.R., Hess L.D. J. Appl. Phys. 38, 4451 (1967).
8. Giuliano C.R., Hess L.D. J. Appl. Phys. 40, 2428 (1969).
9. Фиалков Я. А. "Межгаллоидные соединения", Изд. АН УССР Киев-1958.