

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПРИ РЕЗОНАНСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ИНФРАКРАСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.Т.Галочкин, С.И.Заворотный, В.Н.Косинов,
А.А.Овчинников, А.Н.Ораевский

В последнее время было обнаружено, что многоатомные молекулы типа SF_6 , BCl_3 и др. при резонансном воздействии на них ИК излучения начинают флуоресцировать [1, 2]. Несмотря на то, что точный механизм описываемого явления пока не ясен, уже вполне понятна его тепловая природа. В данной работе нами обнаружен новый эффект, связанный с возникновением проводимости газа, состоящего из молекул SF_6 или BCl_3 при резонансном воздействии ИК излучения.

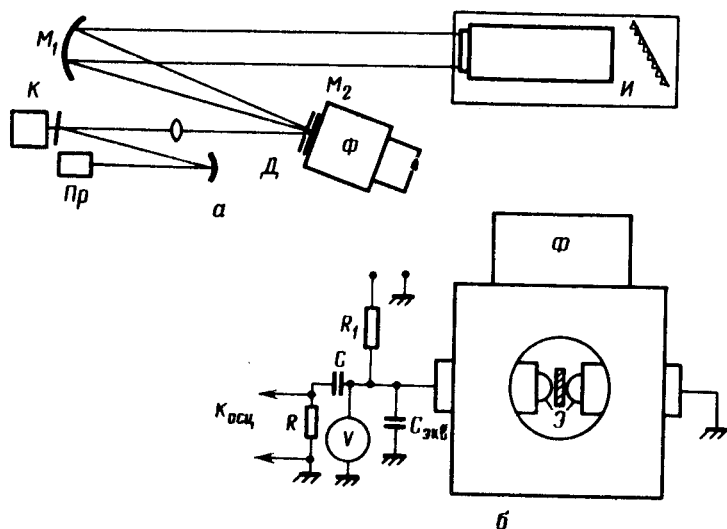


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: а – размещение оптических элементов, б – электрическая схема

Схема установки, состоящей из трех основных частей: кюветы (K) с веществом, источника излучения ($И$) и схемы регистрации, приведена на рис. 1. Кювета изготовлена из нержавеющей стали и имеет форму куба с ребром 60 мм. Внутренняя полость образована тремя сквозными отверстиями диаметром 25 мм. Стверстия используются для установки окон, электродов и напуска газа. Вольфрамовые электроды ($Э$), изготовленные в виде полусфер с диаметром 8 мм, закреплены на изоляторах из оргстекла и установлены в центре кюветы на расстоянии 5 мм, друг от друга. Скна для ввода лазерного излучения изготовлены из хлористого натрия, а окно для наблюдения флуоресценции – из фтористого лития. В качестве источника излучения ($И$) использован перестраиваемый

мый по частоте импульсный CO_2 -лазер с длительностью импульса генерации 4 мксек. Сферическое зеркало M ($R = 3000$) фокусирует излучение лазера на пластинке германия (K_1), установленной перед окном кюветы. Для предотвращения попадания лазерного излучения на электроды перед этой пластинкой установлена шелловая диафрагма (D) размерами 2×8 мм. Изображение щели посредством ряда отражений проецируется на calorиметр (K) и фотоприемник (Π_p), время разрешения которого не хуже 10^{-7} сек. Часть излучения, прошедшая через кювету, поглощается в светонепроницаемом поглотителе (Π). Флуоресценция регистрируется фотоэлектронным умножителем ФЭУ 18-А (Φ), плотно прикрепленным на верхней грани кюветы. Схема регистрации тока через среду состояла из: источника напряжения ($0,5 \dots 3,0$ кВ), зарядного сопротивления R_1 ($2 \cdot 10^9$ Ом), разделительной емкости C_1 (100 пФ), электростатического вольтметра (V) и сопротивления R (5 кОм). Емкость системы электродов плюс емкость вольтметра составляет величину $1 + 17$ пФ. Импульс напряжения снимается с сопротивления R и совместно с сигналом ФЭУ подается на двухлучевой осциллограф С8-2.

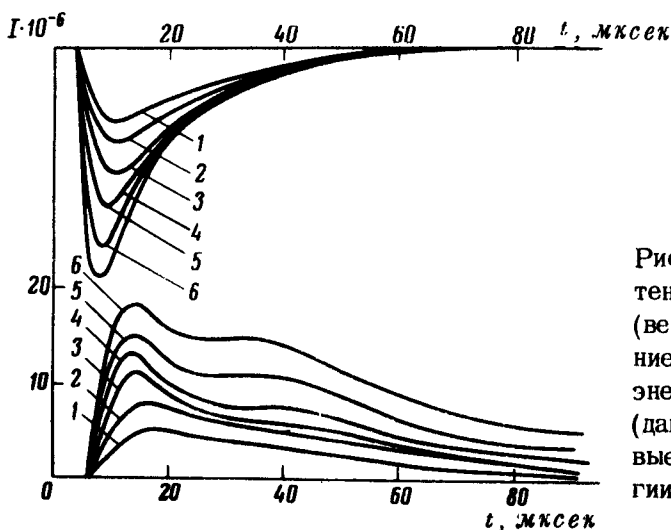


Рис. 2. Осциллограммы интенсивности флуоресценции (верхние кривые) и тока (нижние кривые) в зависимости от энергии облучения в SF_6 ; (давление SF_6 — 4 тора, кривые 6 — соответствуют энергии облучения ~ 72 мдж)

Предварительные исследования показали, что при облучении газов SF_6 и BCl_3 (давление до 20 тора) излучением CO_2 -лазера, при рассматриваемой геометрии кюветы, в среде обнаруживалась проводимость, соответствующая сопротивлению 10^6 Ом. Таким образом, применяемые параметры электрической цепи с учетом емкости электродов и сигнального кабеля позволяют регистрировать сигналы без существенных искажений с характеристическими временами от 10^{-7} до 10^{-8} сек.

На рис. 2 представлено, наблюдавшееся нами семейство осциллограмм тока и флуоресценции для SF_6 при давлении 4 тора для разных энергий облучения. Видно, что интенсивность флуоресценции коррелирует с величиной тока в газе. Уменьшение энергии облучения влечет за собой уменьшение интенсивности как флуоресценции, так и тока. На рис. 3 приведено семейство осциллограмм тока при разных значениях напряжения на электродах. Наблюдаемые величины двух максимумов проводимости среды пропорциональны напряжению, т. е. проводимость ведет себя по закону Ома. Подобные результаты получены и для BCl_3 . При пере-

стройке частоты CO_2 -лазера исчезают и флуоресценция и ток. В поглощающих газах (N_2 , O_2 , He) подобные явления не обнаружены. Возникновение проводимости нельзя объяснить фотоэффектом на электродах, облучаемых светом флуоресценции. Работа выхода для вольфрама соответствует красной границе фотоэффекта $\sim 2700 \text{ \AA}$. Как показали дополнительные исследования, длины волн света флуоресценции не содержат заметных компонент в области $2200 \dots 2800 \text{ \AA}$. Поляризацией колебательно возбужденного газа также весьма трудно объяснить это явление, так как для этого необходимо увеличение ϵ среды в 1,36 раза. Необходимо отметить, что все зависимости тока в среде изучались в отсутствии пробоя.

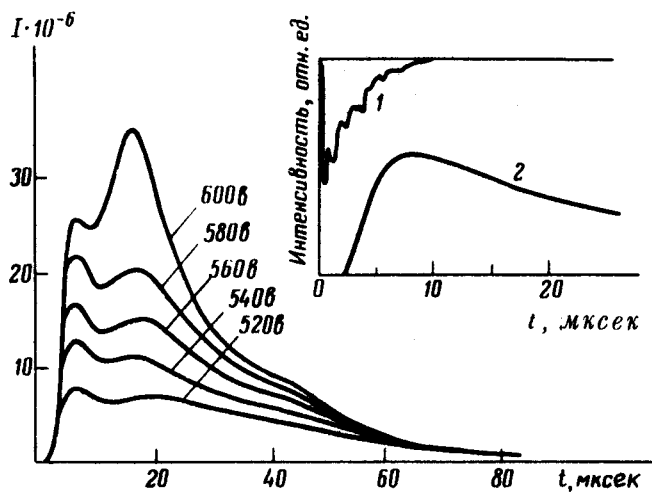


Рис. 3. Осциллограммы зависимостей тока от прикладываемого напряжения. Вверху осциллограмма импульса генерации CO_2 -лазера (1) и видимой флуоресценции (2)

Касаясь вопроса возможного механизма описываемого явления, можно сказать следующее. Это не обычная многофотонная ионизация, так как напряженности электрического и светового полей недостаточны для этого. Это либо образование ионов при диссоциации молекул, либо ионизация, возникающая при столкновениях колебательно разогретых молекул.

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

Поступила в редакцию
28 июня 1975 г.

Литература

- [1] Н.В.Карлов, Ю.Н.Петров, А.М.Прохоров, О.П.Стельмах. Письма в ЖЭТФ, 11, 1281, 1973.
- [2] Н.Г.Басов, В.Т.Галочкин, С.И.Заворотный, В.Н.Косинов, А.А.Овчинников, А.Н.Сраевский, А.В.Панкратов, А.Н.Скачков, Г.В.Шмерлинг. Письма в ЖЭТФ, 21, 70, 1075.