

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 539.184+535.34

ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ  
РАСЩЕПЛЕНИЯ ЛИНИЙ ПОГЛОЩЕНИЯ АТОМОВ  
В ПОЛЕ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ

Зейликович И. С., Пулькин С. А., Гайда Л. С.

В работах [1-3] сообщалось о наблюдении смещения и расщепления линий поглощения атомов в поле излучения рубинового лазера. В настоящей работе исследуется расщепление резонансных линий поглощения бария и натрия в поле излучения лазера на красителе с резонатором Майкельсона. Резонансный переход в атоме бария является хорошим приближением двухуровневой системы (переход  $6^1S_0-6^1P_1$ ).

Исследования проводились с помощью метода голографической интерференционной спектроскопии, разработанного в работе [4]. Метод позволяет априори изучать поведение показателя преломления вблизи линий поглощения атомов, находящихся во внутрирезонаторной поглощающей ячейке лазера на красителе. Линии поглощения и ход дисперсионной кривой показателя преломления получаются при априори обработке внутрирезонаторной спектрограммы. Для регистрации такой спектрограммы используется лазер на красителе с резонатором Майкельсона. Накачка красителя осуществляется второй гармоникой рубинового лазера (мощность  $\sim 200$  кВт, длительность импульса  $\sim 30$  нс) по поперечной схеме. Краситель находится в кварцевой кювете с окнами под углом Брюстера. Пары бария получались при испарении и диссоциации гидрата окиси бария в дуговом разряде переменного тока ( $J=10$  А). Штатив от дугового генератора ДГ-2 помещался в одно из плеч резонатора Майкельсона. Длина поглощающего слоя в межэлектродном промежутке составляет  $\sim 0.5$  см. Пары натрия получались в кювете открытого типа с буферным газом при давлении  $\sim 10$  Тор. Длина кюветы составляла 20 см. Температура паров равнялась  $210^\circ\text{C}$ . Излучение лазера направлялось в спектрограф ДФС-13. Распределение интенсивности в выходной плоскости спектрографа для пустого резонатора представляет собой эквидистантные спектральные линии с частотой 4-7 лин/мм.

При введении поглощающей среды в спектре генерации лазера вблизи линий поглощения наблюдается изменение периода спектральных полос. Полученная спектрограмма эквивалентна голограмме некоторого фазового объекта, у которого в направлении дисперсии спектрографа изменение фазы равно  $(2\pi/\lambda) [n(\lambda)-1]l$ . При освещении такой спектрограммы двумя пучками от гелий-неонового лазера и сведении  $\pm$  первых порядков дифракции получают интерференционные полосы, дающие в определенном масштабе зависимость  $[n(\lambda)-1]l$ . С этой же спектрограммы при фильтрации одного из порядков дифракции визуализируются в виде темных полос линии поглощения атомов, поскольку на линиях поглощения спектрограмма не регистрируется. В эксперименте полуширина линии возбуждения определяется резонатором Майкельсона и составляет  $\sim 0.1$  Å. На рис. 1, а приведен спектр генерации лазера на красителе с резонатором Майкельсона и парами бария в одном из плеч. На рис. 1, б денситограмма этого спектра генерации. Наблюдается увеличение интенсивности спектра симметрично положению несмещенной линии поглощения, соответствующей резонансному переходу ( $\lambda=5535$  Å). На рис. 1, в видно

симметричное относительно репера ( $\lambda=5535 \text{ \AA}$ ) расщепление линии поглощения на две компоненты (величина расщепления  $\pm 1 \text{ \AA}$ ). Рис. 1, *в* отражает поведение мнимой части восприимчивости и получен при фильтрации одного из порядков

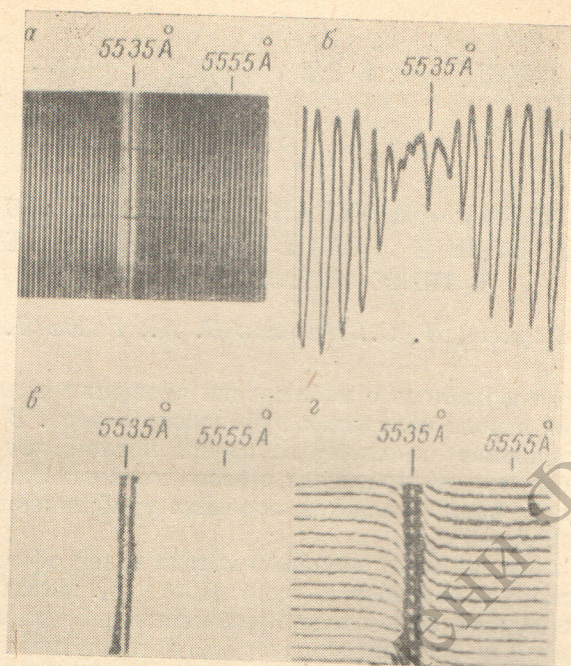


Рис. 1. Фотография картин, полученных при голографической обработке спектрограммы, зарегистрированной излучением лазера на красителе (барий).

*а* — исходная спектрограмма: вертикальная линия — репер ( $\lambda=5535 \text{ \AA}$ ); линии соответствуют положению компонент расщепления; *б* — денситограмма спектрограммы, приведенной на рис. 1, *а*; *в* — линии поглощения, показывающие расщепление (получены при фильтрации одного из порядков дифракции света на исходной спектрограмме); *г* — интерференционная картина, полученная при сведении  $\pm$  первых порядков дифракции.

дифракции плоской волны с исходной спектрограммы. На рис. 1, *г* приведена интерференционная картина, показывающая изменение действительной части восприимчивости  $[n(\lambda) - 1]$  вблизи расщепленной резонансной линии поглощения атомов бария. Полученные экспериментальные результаты могут быть

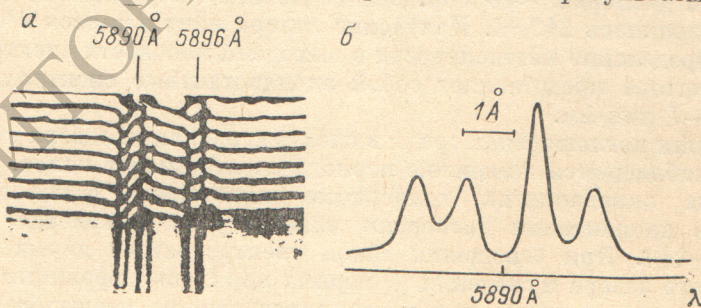


Рис. 2.

*а* — интерферограмма и спектр поглощения резонансного дублета натрия; *б* — денситограмма спектра поглощения вблизи линии ( $\lambda=5890 \text{ \AA}$ ).

объяснены на основе модели двухуровневой системы в поле резонансного излучения [5, 6]. Эта модель позволяет объяснить симметричное расщепление линии поглощения на две компоненты, а также симметричное (относительно репера) увеличение интенсивности спектра излучения лазера как следствие отрицательного поглощения атомов бария (усиление без инверсии населенности) при резонансном взаимодействии. Отметим, что усиление без инверсии населен-

ности наблюдалось ранее в радиочастотном диапазоне [7]. Поведение показателя преломления также качественно согласуется с этой моделью.

С целью изучения поведения мультиплета в поле световой волны был выбран желтый дублет натрия. На рис. 2, а приведена интерферограмма и спектр поглощения вблизи резонансного дублета натрия. Видно расщепление двух линий поглощения. Линия, соответствующая переходу  $3^2S_{1/2} - 3^2P_{3/2}$ , расщепляется на 4 компоненты, а переходу  $3^2S_{1/2} - 3^2P_{1/2}$  — на 2 компоненты. На рис. 2, б приведена денситограмма спектра вблизи линии поглощения, соответствующей переходу  $3^2S_{1/2} - 3^2P_{3/2}$ .

В заключение выражаем признательность В. В. Хромову за полезное обсуждение работы.

#### Литература

- [1] Александров Е. Б., Бонч-Бруевич А. М., Костин Н. Н. Письма ЖЭТФ, 1966, т. 3, с. 85.
- [2] Бонч-Бруевич А. М., Костин Н. Н., Ходовой В. А. Письма ЖЭТФ, 1966, т. 3, с. 425.
- [3] Бонч-Бруевич А. М., Костин Н. Н., Ходовой В. А. ЖЭТФ, 1969, т. 56, с. 444.
- [4] Зейликович И. С., Пулькин С. А. Опт. и спектр., 1982, т. 53, в. 3, с. 588.
- [5] Раутиан С. Г., Собельман И. И. ЖЭТФ, 1961, т. 41, с. 451.
- [6] Бонч-Бруевич А. М., Ходовой В. А., Чигирь Н. А. ЖЭТФ, 1974, т. 67, с. 2069.
- [7] Клышко Д. Н., Константинов Ю. С., Туманов В. С. Изв. вузов СССР, Радиофизика, 1965, № 8, с. 513.

Поступило в Редакцию 18 сентября 1983 г.

УДК 539.194

Опт. и спектр., т. 56, в. 3, 1984

## О ПРЕДЕЛЬНОМ ЧИСЛЕ ФОТОХИМИЧЕСКИХ ПРОВАЛОВ В НЕОДНОРОДНО УШИРЕННОМ СПЕКТРЕ

Кикас Я. В., Каарли Р. К., Ребане А. К.

Принципиальным пределом для числа провалов, образованных в неоднородно уширенной полосе примесного поглощения фотохимическим выжиганием [1, 2], является отношение ширины неоднородной полосы поглощения и однородной бесфоновой линии. Для чисто электронной полосы поглощения эта величина может достигать значения  $10^4 \dots 10^5$  для разрешенных переходов [3] и, возможно, на несколько порядков величины большую для запрещенных. В известных нам сообщениях о выжигании множества провалов в одной неоднородно уширенной спектральной полосе [4] их число порядка  $10^2$  или меньше, что существенно меньше теоретического предела. К достижению последнего могут помимо экспериментальных трудностей препятствовать, однако, и некоторые физические причины (индуцированное образование фотопродукта неоднородное уширение). Тем самым эксперименты по выжиганию множества провалов представляют интерес для их выявления. В настоящем письме сообщается о существенном приближении к принципиальной границе — о выжигании в неоднородно уширенном спектре более  $10^3$  провалов.

Обычно выжигание и регистрация провалов в неоднородном спектре осуществлялись сканированием частоты узкополосного лазера (последовательное выжигание). Недавно показана возможность выжигания множества провалов (спектральной решетки) последовательностью взаимно когерентных световых импульсов (параллельное выжигание) [5, 6]. Возбуждение последовательностью равноотстоящих друг от друга взаимно когерентных световых импульсов эквивалентно периодической модуляции спектра одиночного возбуждающего импульса и приводит в результате процесса фотохимического выжигания к образованию периодической структуры (решетки) в спектре пропускания образца. На рисунке, а представлена такая структура в спектре пропускания образца