

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: ГИФМЛ, 1963, с. 359—367.
 [2] Swain D. W., Graup S. C. Phys. Fluids, 1971, 14, p. 1383. [3] Пекарек Л. УФН, 1968, 94, с. 463.

Поступила в редакцию
13.08.84

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1985, Т. 26, № 2

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 621.373.826

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В МЕТОДЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ АСКР

М. Ф. Вигасина, А. А. Иванов, Р. Ю. Орлов

(кафедра общей физики и волновых процессов)

Спектроскопия комбинационного рассеяния находит в настоящее время широкое применение не только в научных исследованиях, но и при решении прикладных задач. В связи с этим представляет интерес детальное описание компактной установки с хорошими выходными данными.

Нами разработан автоматизированный измерительный комплекс для проведения исследований методом поляризационной активной спектроскопии комбинационного рассеяния (АСКР) в конденсированных средах. Объект исследования (органические жидкости) опреде-

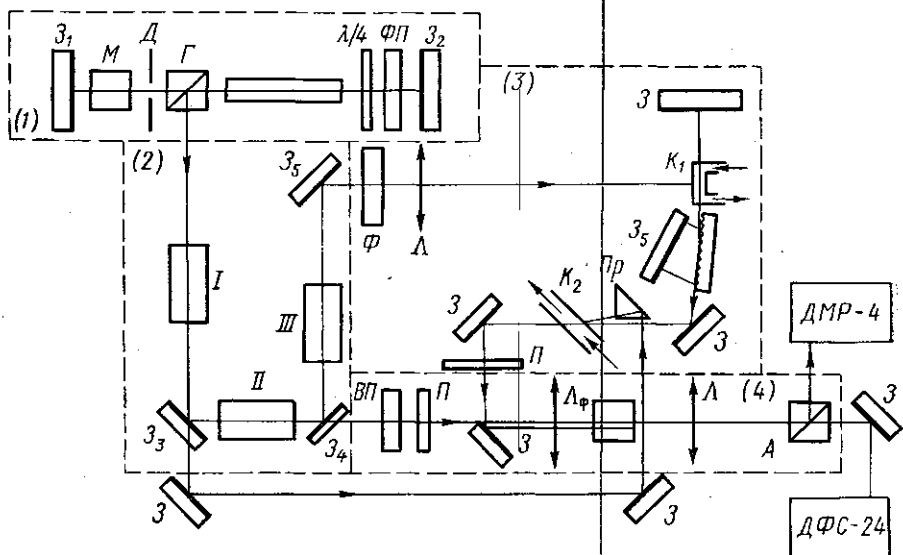


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

ляет умеренные требования к мощности используемых лазеров и ширине линии генерации. Обработка экспериментальных результатов выполняется на ЭВМ «Электроника ДЗ-28».

В методе АСКР, описанном подробно в работе [1], используется бигармоническая накачка двумя лазерами, один из которых излучает на фиксированной длине волны, а второй — более длинноволновый — перестраивается таким образом, чтобы разность их частот $\omega_1 - \omega_2$ равнялась частоте молекулярных колебаний. Регистрируется излучение первого лазера, рассеянное на молекулярных колебаниях со сдвигом в антистоксову область (ω_a).

Описываемая установка (рис. 1) состоит из задающего генератора (1), блока удвоителей частоты (2), лазера на красителе с усилителем (3), осветительного устройства (4) и системы приема и обработки информации.

Генератор на алюмо-иттриевом гранате (АИГ: Nd^{3+}) состоит из одноламповой осветительной головки оригинальной конструкции с кристаллом размерами 5×60 , зеркал Z_1 и Z_2 с коэффициентами отражения $\sim 100\%$, электрооптического модулятора добротности M на кристалле DKDP . Вывод излучения осуществляется через призму Глана G . Двупреломляющая пластина ($\lambda/4$) позволяет плавно изменять добротность резонатора, оптимизируя выходную энергию генератора.

Диафрагма D диаметром 2,5 мм служит для выделения моды TEM_{00} . Эталон Фабри—Перо ФП с базой 2 мм сужает спектр излучения. Генератор питается от стандартных блоков ЛТИ ПЧ и имеет следующие параметры: длина волны излучения 1,064 мкм, частота следования импульсов от 50 до 1,56 Гц, длительность импульса по полувысоте 15 нс, энергия в импульсе до 75 мДж, расходимость излучения $6 \cdot 10^{-4}$ рад, ширина спектра $0,5 \text{ см}^{-1}$, кратковременная нестабильность по энергии 5%.

Блок удвоения частоты состоит из удвоителя I на кристалле KDP (взаимодействие $oo-e$) с угловой подстройкой синхронизма, двух удвоителей II и III на кристаллах CDA с температурной подстройкой синхронизма и дихроичных зеркал Z_3 , Z_4 . Температура синхронизма поддерживается с точностью $0,01^\circ \text{C}$. Датчиком температуры служит термосопротивление, включенное по мостовой схеме в цепь операционного усилителя 140УД9. Рабочие поверхности кристаллов CDA , обладающих высокой гигроскопичностью, защищены стеклянными пластинками, которые приклеиваются к поверхности кристаллов CDA каплей силиконового масла. Применение трех последовательных удвоителей частоты обеспечивает необходимую интенсивность излучения на частотах ω_1 (вторая гармоника) и ω_2 (частота лазера на красителе). Коэффициенты преобразования во вторую гармонику составляют 12, 30 и 20% для I , II и III удвоителей соответственно.

Лазер на красителе (родамин 6Ж) собран по схеме скользящего падения излучения на голографическую дифракционную решетку [2] (2500 штрихов/мм) с поперечной накачкой. Используется проточная кювета со скошенными окнами (K_1). Изменение длины волны в пределах $560 - 576$ нм осуществляется дискретным образом поворотом зеркала Z_5 с помощью шагового двигателя и микрометрического винта. Частота излучения изменяется с шагом $0,05 \text{ см}^{-1}$. Эффективность преобразования излучения накачки в излучение лазера на красителе составляет 14% по энергии при ширине линии генерации $0,2 \text{ см}^{-1}$. Усилитель лазера на красителе с продольной накачкой содержит проточную кювету K_2 и призму Pr для согласования поперечной структуры усиливаемого излучения с излучением второй гармоники. Коэффициент преобразования накачки составляет 25%.

Излучение второй гармоники и лазера на красителе фокусируется в исследуемую жидкость линзой $L_{\text{ф}}$. Угол между волновыми векто-

рами k_1 и k_2 в фокальной области варьируется изменением расстояния между лучами.

Необходимый угол между векторами поляризации на частотах ω_1 и ω_2 устанавливается с помощью кварцевого вращателя поляризации ВП. Оба луча проходят также через линейные поляризаторы П.

Когерентное излучение на частоте ω_a , которое содержит вклады от резонансной и нерезонансной частей нелинейной поляризуемости, различающиеся своей поляризацией, разделяется призмой Глана А на два пучка. Для подавления помех от мощных засветок резонансный сигнал выделяется с помощью монохроматора ДФС-24, нерезонансный — ДМР-4. Перестройка лазера на красителе синхронизована с перестройкой ДФС-24 с помощью механического прерывателя света, соединенного с барабаном длин волн спектрометра.

Сигналы с ФЭУ поступают по двум каналам в ЭВМ ДЗ-28 через интерфейсные блоки АЦП. Для обеспечения надежной работы ЭВМ между ФЭУ и блоками АЦП установлены оптронные развязки. В ЭВМ производится нормировка резонансного сигнала на нерезонансную часть и его усреднение по 40 импульсам.

Наличие в каждом канале таких элементов, как эмиттерный повторитель, усилитель, оптронная развязка и АЦП, приводит к нелинейной передаче сигнала от ФЭУ к ЭВМ. В связи с этим были определены нелинейные характеристики обоих каналов и загружены в память ЭВМ. Их линеаризация осуществляется при нормировке программным путем. Нормировка исследуемого сигнала позволяет увеличить отношение сигнал/шум в 4 раза.

Вывод информации осуществляется на дисплей и через ЦАП на самопишущий прибор. Интерфейсные блоки ЦАП и АЦП выполнены на элементной серии микросхем 155 и микросхемах 1113ПВ1 и 572ПА1.

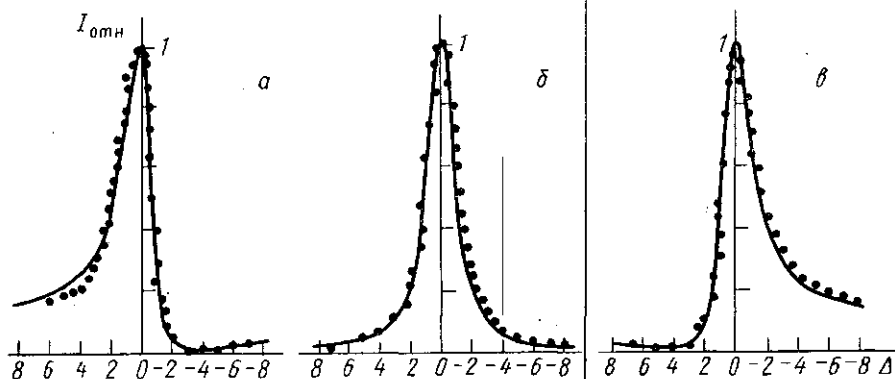


Рис. 2. Спектр АСКР линии 1304 см^{-1} дихлорэтана. Теория (кривые) и эксперимент (точки). $\Delta = [\omega_1 - \omega_2 - \Omega]/\Gamma$, где Ω , Γ — частота и полуширина линии; $\varepsilon = -1,5^\circ$ (а), 0 (б) и $1,5^\circ$ (в)

Описанная установка использовалась для разрешения методом поляризационной АСКР наложенных линий комбинационного рассеяния в 1,2-дихлорэтанае [3].

Существенным этапом в этой задаче является моделирование спектра АСКР, которое выполняется также на данной ЭВМ.

На рис. 2 приведены экспериментальные и расчетные амплитудно-поляризационные спектры линии 1304 см^{-1} дихлорэтана при углах анализатора $\varepsilon = -1,5^\circ$ (а), 0 (б) и $+1,5^\circ$ (в).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Ахманов С. А., Коротеев Н. И. Методы нелинейной оптики в спектроскопии рассеяния света. М.: Наука, 1981. [2] Littman M. G., Metcalf H. S. Appl. Opt., 1978, 17, p. 2224. [3] Вигасина М. Ф. В кн.: Тез. докл. Совещ. по спектроскопии КР. Красноярск, 1983.

Поступила в редакцию
15.06.84

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1985, Т. 26, № 2

УДК 535.343.32

СИЛЫ ОСЦИЛЛЯТОРОВ И ВРЕМЕНА ЖИЗНИ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ КАТИОНОВ ИЗ ГРУППЫ 2,6-ДИАРИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПИРИЛИЕВЫХ СОЛЕЙ

А. И. Акимов, Н. И. Резаев

(кафедра общей физики для физического факультета)

Силы осцилляторов и времена жизни возбужденных состояний атомов и молекул связаны с очень важными физическими характеристиками: вероятностью переходов, поляризуемостью, интенсивностью и шириной спектральных линий [1, 2].

В настоящей работе измерены силы осцилляторов и времена жизни возбужденных состояний молекул ряда диарилзамещенных солей пирилия с закономерно изменяющимся строением их катионов. Исследовано влияние на эти характеристики различных замещающих радикалов, входящих в структуру катионов. Для одного из катионов исследованных веществ — катиона 2,6-дифенилпирилия — имеются данные по теоретическому расчету сил осцилляторов [3], что позволило сравнить экспериментально найденные нами силы осцилляторов с теоретическими.

Силы осцилляторов измерялись по спектрам поглощения разбавленных растворов солей пирилия в ацетонитриле при концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Исследованы следующие соли: 1) тетрафторборат 2,6-дифенилпирилия, 2) перхлорат 2,6-ди(4'-дифенил)пирилия, 3) перхлорат 2,6-ди(4'-третбутилфенил)пирилия, 4) перхлорат 2,6-ди(4'-метоксифенил)пирилия, 5) перхлорат 2,6-ди(4'-этоксифенил)пирилия, 6) перхлорат 2,6-ди(4'-аллилоксифенил)пирилия.

Силы осцилляторов определялись по формуле, которая справедлива для линейных осцилляторов, хаотически ориентированных в пространстве относительно проходящего пучка света [4—6]:

$$f = \frac{3mc}{\pi e^2} \varphi(n) \int \epsilon_{\nu} d\nu = 1,3 \cdot 10^8 \varphi(n) \int \epsilon_{\nu M} d\nu,$$

где $\int \epsilon_{\nu M}$ — интегральное поглощение для спектральной полосы, $\epsilon_{\nu M}$ — молярный коэффициент экстинкции, $\varphi(n)$ — поправочный множитель, учитывающий влияние растворителя с показателем преломления n . Частота ν выражена в см^{-1} .

Поправочный множитель находился на основе модели Лорентца [4—6] по формуле

$$\varphi(n) = \frac{9n}{(n^2 + 2)^2}.$$

При этом учитывалась зависимость показателя преломления n и множителя $\varphi(n)$ от длины волны света.