

Литература

- [1] D. B. Lidov, R. W. Falcone, J. F. Young, S. F. Harris. Phys. Rev. Lett., **36**, 462, 1976.
- [2] R. W. Falcone, W. R. Green, J. C. White, J. F. Young, S. E. Harris. Phys. Rev., **A15**, 1333, 1977.
- [3] W. R. Green, M. D. Wright, J. F. Young, S. E. Harris. Phys. Rev. Lett., **43**, 120, 1979.
- [4] W. R. Green, M. D. Wright, J. Lukasik, J. F. Young, S. E. Harris. Optics Lett., **4**, 265, 1979.
- [5] Л. И. Гудзенко, С. И. Яковленко. ЖЭТФ, **62**, 1686, 1972.
- [6] Р. З. Витлина, А. В. Чаплик, М. В. Энтин. ЖЭТФ, **67**, 1667, 1974.
- [7] Б. М. Смирнов. Асимптотические методы в теории атомных столкновений. Атомиздат, М., 1973.
- [8] P. L. Altik. J. Chem. Phys., **40**, 238, 1964.
- [9] Ю. Н. Демков. ЖЭТФ, **45**, 195, 1963.
- [10] Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Квантовая механика. Физматгиз, М., 1963.
- [11] T. M. Miller, B. Bederson. Phys. Rev., **A14**, 1572, 1976.
- [12] Л. И. Гудзенко, С. И. Яковленко. ЖТФ, **14**, 234, 1975.

Поступило в Редакцию 7 мая 1980 г.

УДК 535.317.25 : 535.853

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО ИК СПЕКТРОМЕТРА НА ПАРАХ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

С. А. Комаров, В. В. Красников и В. С. Соломатин

В настоящее время хорошо известны нелинейные ИК спектрометры, использующие трехчастотное параметрическое взаимодействие в нелинейных кристаллах [1, 2]. Принцип работы таких спектрометров основан на зависимости условий фазового синхронизма от частоты сигнального излучения при заданной геометрии взаимодействия. В этом случае спектральное разрешение определяется длиной взаимодействия и дисперсией кристалла. Реализация предельного разрешения даже при использовании монохроматической накачки накладывает жесткие ограничения на расходимость как волны накачки, так и волны сигнала. Это достигается увеличением диаметров взаимодействующих пучков, что приводит к уменьшению эффективности преобразования.

Иной тип нелинейного спектрометра может быть создан при использовании резонансного четырехфотонного преобразования частоты вверх в парах щелочных металлов [3]. Возможная схема такого спектрометра такова. Мощное монохроматическое излучение накачки с частотой ω_{n1} и сигнальное ИК излучение с частотой ω_c двухфотонно возбуждают дипольно-запрещенный переход атома щелочного металла из основного состояния nS в ks - или kd -состояния. Частота ω_{n2} другого мощного излучения накачки выбирается из условия фазового согласования взаимодействующих волн и близка к частоте дипольно-разрешенного $ks-lp$ - или $kd-lp$ -перехода. Как известно [4], нелинейная кубическая восприимчивость $\chi^{(3)}$ и эффективность преобразования η при этих условиях резонансно велики, если $\omega_{n1} + \omega_c = \omega_{12}$, где ω_{12} — частота выбранного дипольно-запрещенного перехода. При отстройке от двухфотонного резонанса величины $\chi^{(3)}$ и η уменьшаются. Поэтому при фиксированной частоте накачки эффективно преобразовываться может только то ИК излучение, частота которого близка к частоте $\omega_{12} - \omega_{n1}$.

Важной характеристикой такого нелинейного спектрометра является величина спектрального разрешения, измерению которой на примере паров натрия и посвящена данная экспериментальная работа. Она была выполнена на установке, схема которой изображена на рис. 1. В качестве дипольно-запрещенного перехода был выбран $3s-4s$ -переход в атоме Na.

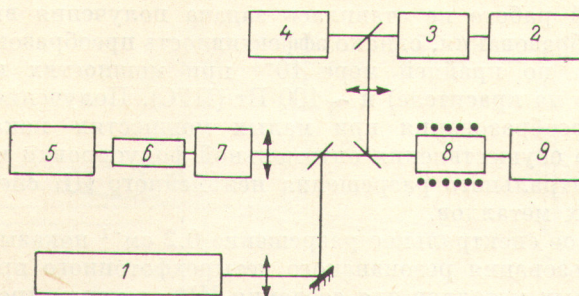


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

1 — He—Ne лазер, 2 — аргонный лазер, 3 — лазер на красителе (родамин 6Ж), 4 — контроль длины волны и ширины линии, 5 — Nd-YAG лазер, 6 — удвоитель, 7 — ПГС, 8 — пары Na, 9 — система регистрации.

Он двухфотонно возбуждался излучениями непрерывного He—Ne лазера и лазера на красителе родамин 6Ж. Оптической накачкой лазера на красителе служило излучение непрерывного аргонного лазера. Для сужения спектральной ширины излучения лазера на красителе внутри его резонатора был помещен эталон Фабри—Перо. Ширина излучения этого лазера и абсолютные изменения его частоты определялись с помощью сканирующего интерферометра Фабри—Перо, на который отводилась часть излучения. Измеренная ширина излучения частоты ω_{n1} не превышала 0.01 см^{-1} . Для получения излучения с частотой ω_{n2} , которая выбиралась близкой к частоте $4s-4p$ -перехода в атоме натрия, использовался ПГС на кри-

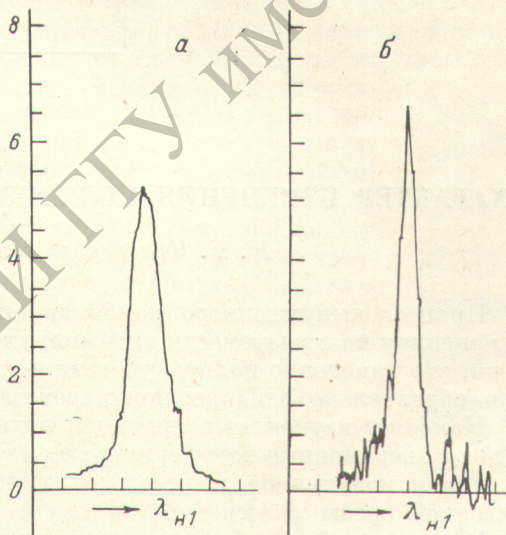


Рис. 2. Зависимость мощности волны суммарной частоты $\omega = \omega_c + \omega_{n1} + \omega_{n2}$ ($\lambda \approx 0.33 \text{ мкм}$) от длины волны накачки λ_{n1} . λ_c , мкм: а — 1.15, б — 1.16.

сталле LiNbO_3 , возбуждаемый второй гармоникой импульсного Nd-YAG лазера. Ширина этого излучения составила $\sim 1 \text{ см}^{-1}$. He—Ne лазер одновременно генерировал излучения с длинами волн 1.15 и 1.16 мкм. Поэтому существует два значения длины волны лазера на красителе, при которых выполнено условие двухфотонного резонанса и происходит преобразование ИК излучения He—Ne лазера. Экспериментально при изменении длины волны накачки наблюдалось два максимума, соответствующих этим значениям. На рис. 2 в увеличенном масштабе показаны полученные профили этих максимумов. Для определения их ширины использовался сканирующий эталон Фабри—Перо с разрешением $\sim 60 \text{ МГц}$, а перестройка лазера на красителе осуществлялась электронным образом с постоянной

скоростью изменения длины волны излучения. Измеренная ширина этих максимумов, или спектральное разрешение такого нелинейного ИК спектрометра оказалось менее 6 ГГц. Она, по-видимому, складывается из доплеровского уширения 3s—4s-перехода атома Na, которое при рабочей температуре ~ 750 К составляет ~ 4 ГГц, и сверхтонкого расщепления 3s- и 4s-уровней, которое ~ 2 ГГц.

В настоящей работе не ставилась задача получения высоких коэффициентов преобразования, однако эффективность преобразования по мощности составила по крайней мере 10^{-4} при мощностях волн накачки ~ 15 мВт (лазер на красителе) и ~ 100 Вт (ПГС). Получение высокой эффективности преобразования при малых мощностях накачки связано с возможностью осуществления оптимальной фокусировки излучений без ухудшения спектрального разрешения нелинейного ИК спектрометра на парах щелочных металлов.

Реализованное спектральное разрешение 0.2 см^{-1} показывает перспективность использования резонансного четырехфотонного преобразования в парах щелочных металлов для создания ИК спектрометров.

Литература

- [1] Э. С. Воронин, В. Л. Стрижевский. Усп. физ. наук, 127, 99, 1979.
- [2] С. Г. Карпенко, Н. Е. Корниенко, В. Л. Стрижевский. Квант. электрон., 1, 1768, 1974.
- [3] С. А. Ахманов, В. С. Соломатин, В. В. Красников, А. Н. Мелешко. Тез. докл. на сессии «Научный совет АН СССР по проблеме: Когерентная и нелинейная оптика», Ташкент, 1979.
- [4] R. B. Miles, S. E. Harris. IEEE J. Quant. Elect., 9, 470, 1973.

Поступило в Редакцию 7 мая 1980 г.

УДК 535.375 : 621.373 : 535

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ СРЕДЫ ПРИ ВКР

Н. В. Кравцов и Н. И. Наумкин

Процесс вынужденного комбинационного излучения сопровождается изменением поляризуемости активной для ВКР среды. Как было установлено, это изменение поляризуемости носит сложный характер, поскольку оно обусловлено одновременным действием нескольких механизмов.

Наиболее изученными являются механизмы, ответственные за относительно инерционные изменения поляризуемости, связанные с перераспределением молекул на энергетических уровнях и тепловым расширением активной среды [1-3].

В наших работах [4, 5] уже сообщалось об экспериментальном наблюдении «быстрой» компоненты поляризуемости непосредственно в момент возникновения ВКР. Было установлено, что эта компонента изменения поляризуемости имеет довольно большую величину и всегда сопровождается интенсивным антистоксовым излучением.

Для углубления нашего понимания физических процессов, происходящих при генерации вынужденного комбинационного излучения, несомненный интерес представляет относительное измерение величины вкладов от различных механизмов и определение их знаков. Именно о таких исследованиях и сообщается в настоящей работе.

Принципиальная схема экспериментальной установки показана на рис. 1. Вынужденное комбинационное излучение возбуждалось в водороде при давлении 80 атм импульсом излучения рубинового лазера, работаю-