

## Литература

- [1] П. А. Бохан, В. М. Климкин, В. Е. Прокопьев. Квантовая электроника, 1, 6, 1974.
- [2] P. A. Bokhan, V. M. Klimkin, V. E. Prokoryev. Opt. Commun., 18, 1, 1976.
- [3] Ч. Корлисс, У. Бозман. Вероятности перехода и силы осцилляторов 70 элементов. «Мир», М., 1968.
- [4] Н. Р. Penkin, V. A. Komarovskii. J. Quant. Spectr. Rad. Trans., 16, 217, 1976.
- [5] H. N. Russell, W. Albetson, D. N. Davis. Phys. Rev., 1, 641, 1941.

Поступило в Редакцию 4 апреля 1977 г.

УДК 621.373 : 535 (306.2)

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПОЛУЧЕНИЕ БЕССТРУКТУРНЫХ СПЕКТРОВ ВЫНУЖДЕННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

В. Б. Шилов, Б. С. Непорент, А. Г. Спиро и Г. Н. Антонец

1. Уже в первых работах [1, 2] по генерации растворов красителей было установлено, что спектры генерации, представляющие широкие полосы, обладают сложной структурой. Эта структура связывалась с интерференционными эффектами в резонаторе, приводящими к селекции отдельных мод. Однако в ряде работ, например в [3-5], было установлено существование структуры также и в спектрах сверхизлучения растворов, несмотря на то что эти спектры образуются в результате однопроходной генерации.

2. Имея в виду выяснение причин появления структуры в широких спектрах вынужденного излучения сложных органических соединений, мы исследовали полосы сверхлюминесценции родамина 6Ж, изучавшегося в ряде упомянутых выше работ. Предполагая, что структура спектра сверхизлучения связана с возникновением паразитных оптических обратных связей вследствие отражений от оптических элементов, входящих в измерительную схему (аналогично системе, рассмотренной в [6]), мы приняли все меры для исключения возможности образования оптической обратной связи в измерительных каналах.

Исследуемые растворы помещались в кюветы различной длины ( $l=0.8$  см, 4 см) с клиновыми окнами, обеспечивающими прохождение света под углами Брюстера на всех четырех поверхностях раздела. Все оптические детали установки, в том числе окна измерителей энергии и фотоэлементов, конденсоры и даже коллимационная линза спектрографа были ориентированы так, что нормали к их поверхностям составляли различные небольшие углы с направлением сверхлюминесценции раствора. В результате с высокой достоверностью исключалась возможность попадания отраженного света в зону излучающего раствора. Возбуждение растворов по поперечной схеме осуществлялось излучением удвоенной частоты моноимпульсного лазера на активированном неодимом алюмо-иттриевом гранате с двухкаскадным двухпроходным телескопическим усилителем на неодимовом стекле.<sup>1</sup> Система возбуждения отличалась высоким качеством поля излучения. С помощью цилиндрических линз возбуждающее излучение собиралось в растворе в узкую вытянутую зону, вдоль которой развивалась сверхлюминесценция. Для регистрации спектров использовался спектрограф ДФС-8 с обратной дисперсией 6.2 Å/мм.

3. Измерения показали, что независимо от мощности возбуждающих импульсов, длины кюветы и концентрации раствора сплошная полоса сверхлюминесценции родамина 6Ж в этаноле полностью лишена структуры, если обеспечено отсутствие оптической обратной связи. Такая обратная связь может создаваться в результате отражения поверхностями оптических деталей части излучения любого из двух распространяющихся навстречу друг другу пучков сверхлюминесценции. На рисунке, а приведена микрофотограмма спектра сверхлюминесценции, полученного в отсутствие оптической обратной связи.

Установление самой незначительной оптической обратной связи приводит к появлению структуры в спектре сверхлюминесценции. Так, если между кюветой и входной щелью спектрографа (или с другой стороны кюветы) установить стеклянный клин (аналогично тому, как это сделано в [6] при исследованиях фотообесцвечивания растворов красителей), то при отражении сверхизлучения раствора одной из поверхностей стеклянного клина обратно в кювету в спектре появляется четко выраженная струк-

<sup>1</sup> Авторы признательны Р. Б. Андрееву за содействие в настройке усилителя.

тура, показанная на рисунке, б. При направлении обоих отраженных поверхностями этого клина световых потоков вне зоны генерирующего раствора наблюдается гладкий спектр сверхлюминесценции типа приведенного на рисунке, а.

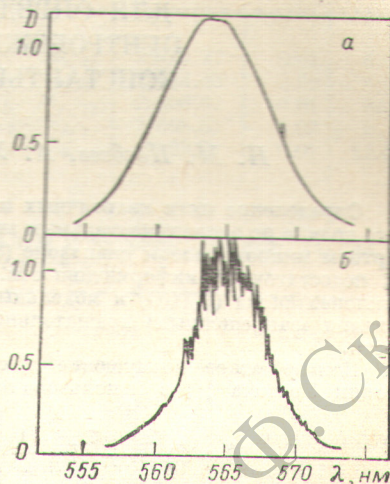
Появление структуры в спектре сверхизлучения при введении в систему оптической обратной связи обусловлено, очевидно, образованием сложного резонатора, в котором роль одного из зеркал играет одна из поверхностей оптического клина, а другим «зеркалом» служит периодическая фазовая структура, образованная в объеме активного раствора в результате взаимодействия волны сверхлюминесценции, развивающейся в направлении клина с отраженной клином частью этой волны. (Такое взаимодействие, разумеется, возможно при условии достаточной временной когерентности волны сверхлюминесценции по отношению к удвоенному времени пробега  $\Delta t$  от кюветы до клина. В наших опытах это время составляло  $\Delta t \approx 0.1 - 0.3$  нсек). Отраженная клином волна испытывает в активном объеме усиление и быстро навязывает свою фазу другой волне сверхлюминесценции, распространяющейся в направлении от клина, т. е. навстречу первой. Фазовая решетка образуется в результате изменений показателя преломления вследствие преимущественного выделения стока тепла в максимумах интерференционного поля, образованного встречными волнами сверхизлучения.

Сформированный таким образом резонатор может рассматриваться как сложный интерферометр с большим количеством отражающих поверхностей. Сложность этого интерферометра обусловлена относительно большой спектральной шириной сверхизлучения (для родамина 6Ж в этаноле  $\Delta\lambda/\lambda \approx 50$ ), вызывающей несинусоидальность и нарушения периодичности (типа биений) интерференционного поля и, следовательно, фазовой структуры. Именно это и вызывает селекцию групп продольных мод в широкополосном излучении рассматриваемой системы, в которой режим однопроходной сверхлюминесценции преобразуется в режим генерации в сложном резонаторе низкой добротности. Еще раз подчеркнем, что для такого преобразования достаточно относительно небольшого отражения от одной стеклянной поверхности любого оптического элемента.

#### Литература

- [1] А. Н. Рубинов, В. А. Мостовников. Ж. прикл. спект., 7, 327, 1967.
- [2] Б. И. Степанов, А. Н. Рубинов. Усп. физ. наук, 95, 45, 1968.
- [3] М. Р. Торр, Р. М. Rentzeris, Р. Р. Jones. Chem. Phys. Lett., 9, 1, 1971.
- [4] А. Т. Андреев, Е. Н. Кескинова, П. П. Карчева. Докл. Бюлл. АН, 28, 1463, 1975.
- [5] И. Л. Клякч, Р. И. Соколовский. Письма ЖЭТО, 1, 1989, 1975; ЖЭТО, 77, 424, 1975.
- [6] Б. С. Непорент, А. Г. Макогоненко. Письма ЖЭТО, 22, 432, 1975.

Поступило в Редакцию 30 мая 1977 г.



а — гладкий спектр суперизлучения раствора родамина 6Ж в этаноле ( $C=10^{17}$  мол/см<sup>3</sup>), длина активного слоя раствора  $l=0.8$  см, моноимпульсная накачка ( $\lambda_0=0.531$  нм) по поперечной схеме. Плотность мощности накачки  $P_0 \approx 150$  МВт/см<sup>2</sup>, плотность мощности суперизлучения  $P_s \approx 50$  МВт/см<sup>2</sup>. б — структурный спектр суперизлучения раствора родамина 6Ж в этаноле ( $C=10^{17}$  мол/см<sup>3</sup>), вариант с клиновидной пластиной, условия возбуждения аналогичны а).