

**В. В. Фадеев.** Ультрафиолетовые лазеры на органических сцинтилляторах.

1. Одной из важных задач квантовой электроники является получение мощного излучения в УФ диапазоне, в конечном итоге — заполнение его целиком. Для решения этой задачи необходимо создание в УФ диапазоне источников с плавной перестройкой частоты. Одним из перспективных методов является метод преобразования частот имеющихся источников (например, ультрафиолетовых гармоник излучения рубинового и неодимового лазеров) в органических соединениях и генерации на таких соединениях.

2. Этим методом была практически полностью решена проблема заполнения видимого диапазона. Активными веществами здесь служат органические красители<sup>1</sup>. Однако в УФ области спектра использование красителей не представлялось возможным, ибо органические соединения, пригодные для генерации в этом диапазоне, должны обладать следующими основными свойствами:

а) интенсивное поглощение в УФ диапазоне (коэффициент экстинкции должен составлять десятки тысяч  $л/моль \cdot см$ );

б) высокий квантовый выход флуоресценции в УФ диапазоне;

в) высокая стойкость к воздействию мощного УФ излучения.

Всеми этими свойствами обладают органические соединения, традиционно используемые для индикации ядерного излучения и электронных потоков, — *сцинтилляторы*. Указанные свойства органических сцинтилляторов находятся в согласии с современной теорией электронного строения молекул. Молекулы ароматических и гетероароматических соединений, каковыми являются сцинтилляторы, характеризуются наличием хорошо сопряженной  $\pi$ -системы. Спектральные свойства таких молекул (по крайней мере до вакуумного ультрафиолета) определяются исключительно  $\pi - \pi^*$ -переходами, что полностью объясняет их перечисленные выше свойства. Этим они существенно отличаются от молекул большинства красителей, в которых наряду с  $\pi - \pi^*$ -переходами возможны переходы других типов (например,  $n - \pi^*$ ).

3. Первым сцинтиллятором, испытанным нами с целью получения генерации, был пара-терфенил, растворенный в циклогексане<sup>2, 3</sup>. При возбуждении 4-й гармоникой излучения неодимового лазера ( $\lambda_n = 265$  нм) была получена генерация на длине волны  $\lambda = 340$  нм.

4. К настоящему времени генерация получена на целом ряде сцинтилляторов. Для накачки использовались 4-я гармоника неодимового лазера<sup>2-4</sup>; 3-я гармоника неодимового или 2-я рубинового лазеров,  $\lambda_n \approx 350$  нм<sup>2, 3, 5-7</sup>; излучение ультрафиолетового  $N_2$ -лазера, работающего как в режиме одиночных, так и в режиме с высокой частотой повторения импульсов<sup>4</sup>; излучение импульсных ламп<sup>8</sup>.

Из принципиально пригодных в настоящее время источников возбуждения лазеров на сцинтилляторах не испытаны, может быть, лишь источники радиационной накачки.

5. Важным свойством лазеров на органических соединениях вообще и на сцинтилляторах, в частности, является возможность плавной перестройки частоты генерации в весьма широких пределах. Такая перестройка была осуществлена в лазере на пара-терфениле<sup>4</sup>. Для этого в качестве одного из зеркал резонатора использовалась дифракционная решетка с  $N = 200$  *штрихов/мм*. Поворот решетки приводил к перестройке длины волны генерации в пределах 330—360 нм, т. е. диапазон плавной перестройки составил  $\Delta\lambda = 300$  Å ( $\Delta\nu = 2500$   $см^{-1}$ ) при ширине линии генерации 7 Å. Возможно дальнейшее сужение линии генерации вплоть до сотых долей ангстрема<sup>9</sup>.

6. С учетом возможной перестройки лазеры на сцинтилляторах, реализованные к настоящему времени, заполняют целиком область спектра от 330 до 420 нм. Не вызывает сомнения продвижение с помощью сцинтилляторов до 300 нм. Получение этим методом еще более коротковолнового излучения не является в настоящее время очевидным. Однако ясен другой способ получения достаточно мощного перестраиваемого излучения в области  $\lambda < 300$  нм. Это — генерация суммарных частот, использующая в качестве исходных излучений излучение лазера на органическом соединении и его накачку.

Как показывает расчет, стандартные кристаллы нелинейной оптики (KDP, ADP) и имеющиеся уже лазеры на органических соединениях позволяют получить излучение на любой длине волны в диапазоне 215—330 нм. Эксперименты, проведенные в этом направлении, показали, что эффективность преобразования является такой же, как и при генерации гармоник, т. е. излучение лазеров на органических соединениях не обладает какими-либо особенностями, могущими привести к снижению эффективности смещения его, с излучением лазеров (или их гармоник), используемых в качестве накачки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. И. Степанов, А. Н. Рубинов, УФН 95 (1), 45 (1968).
2. Г. А. Абакумов, Л. Б. Рубин, А. П. Симонов, В. В. Фадеев, Л. А. Харитонов, IV Всесоюзный симпозиум по нелинейной оптике, Киев, 1968.
3. Г. А. Абакумов, А. П. Симонов, В. В. Фадеев, Л. А. Харитонов, Р. В. Хохлов, Письма ЖЭТФ 9 (1), 15 (1969).
4. G. A. Abakumov, V. V. Fadeev, M. Kasymdjanov, L. A. Khartanov, R. V. Khokhlov, A. P. Simonov, Conf. on Non-linear Optics (September 8—12, 1969), The Queen's University of Belfast, Great Britain.
5. R. G. Huth, G. I. Farmer, IEEE J. Quantum Electron. 4, 427 (1968).
6. В. Д. Коцубанов, Ю. В. Набойкин, Л. А. Огурцова, А. П. Подгорный, Ф. С. Покровская, Оптика и спектроскопия 25 (5), 727 (1968).
7. T. F. Deutsch, M. Bass, IEEE J. Quantum Electron. 5 (5), 260 (1969).
8. H. Furumoto, H. Sesson, Appl. Phys. Lett. 40 (10), 4204 (1969).
9. D. J. Bradley, A. F. Durrant, G. M. Gale, M. More, P. D. Smith, IEEE J. Quantum Electron. 4 (11), 707 (1968).