

ОПТИЧЕСКИЕ КВАНТОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА НА МОЛЕКУЛАХ ОРГАНИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ

Г.А.Абакумов, А.П.Симонов, В.В.Фадеев,
Л.А.Харитонов, Р.В.Хозлов

91.25.3

В настоящей работе сообщается о получении мощного лазерного излучения на новом классе рабочих веществ – органических сцинтилляторах.

Целый ряд сцинтилляторов обладает высоким коэффициентом экстинкции в области поглощения и большим квантовым выходом люминесценции. Флюоресценция растворов многих из них сравнительно слабо тушится молекулярным кислородом.

Для исследований был выбран ряд соединений – представителей ароматических углеводородов, арил-оксазолов, арилоксадиазолов, арил-

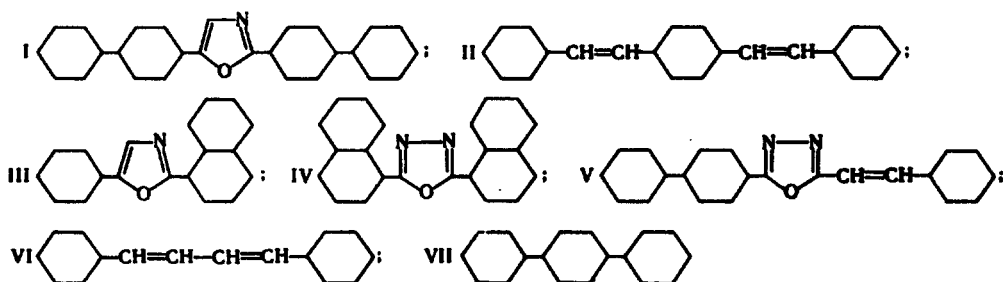


Рис. 1. Исследованные соединения: I – 2,5-ди (бифенил)-1,4-оксазол; II – 1,4-дистирил-бензол; III – 2-фенил-5- α -нафтил-1,4-оксазол; IV – 2,5-ди (α -нафтил)-1,3,4-оксадиазол; V – 2-бифенил-5-стирил-1,3,4-оксадиазол; VI – дифенилбутadiен; VII – пара-терфенил

этиленов и дифенилполиенов (см. рис. 1). Молекулы этих соединений обладают достаточно интенсивным поглощением в области излучения третьей и четвертой гармоник неодимового лазера (соответственно 353 и 265 нм), которые были использованы в качестве накачки, и флюоресцируют в ультрафиолетовой области спектра.

Эксперименты проводились на установке, блок-схема которой представлена на рис. 2. Излучение неодимового лазера (модуляция добротности с помощью вращающейся призмы, мощность 300 – 400 Мвт) преобразовывалось во вторую гармонику ($P = 20 - 30 \text{ Мвт}$), а затем либо в третью ($P = 7 - 8 \text{ Мвт}$), либо в четвертую ($P = 0,5 - 0,6 \text{ Мвт}$). Кювета

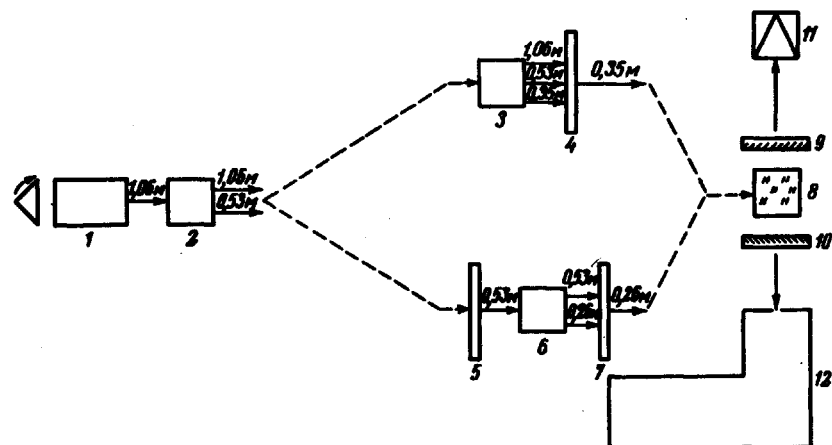


Рис. 2. Блок-схема экспериментальной установки: 1 – неодимовый лазер, 2, 3, 6 – кристаллы KDP, 4, 5, 7 – фильтры, 9, 10 – зеркала, 8 – кювета с раствором, 11 – калориметр, 12 – спектрограф ИСП-30

с раствором (кювета не откачивалась) при комнатной температуре помещалась в резонатор, оптическая ось которого перпендикулярна лучу накачки (поперечный вариант). Целью экспериментов было получение генерации. Оптимальные параметры системы для получения максимальной выходной мощности не выбирались. Результаты экспериментов представлены в таблице и на рис. 3. Кроме того, для лазера на пара-терфениле была измерена расходимость пучка, которая составила 4 – 5°. Интересно отметить, что даже такие простые по электронному строению молекулы, как пара-терфинил или дифенилбутадиеп, оказались способными генерировать излучение. Лазеры на использованных молекулах работают по обычной схеме двух синглетных уровней, уширенных за счет системы колебательных и вращательных подуровней [1]. Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что генерация лазерного излучения на основе указанного механизма может быть осуществлена не только на красителях, но и на многих органических соединениях других классов.

Таким образом, впервые получена генерация УФ-излучения на растворах органических сцинтилляторов. Такие ОКГ могут найти при-

менение в ряде исследований, в частности фотохимических, когда необходимо располагать достаточно мощным монохроматическим излучением в диапазоне 400 – 200 нм. До сих пор в этом диапазоне имелось лишь несколько источников дискретных линий излучения: 353 (третья гармоника неодимового лазера), 347 (вторая гармоника рубинового лазера), 337 (газовый лазер на молекулярном азоте) и 265 нм (четвертая гармоника неодимового лазера).

Соединение (см. рис. 1)	$\lambda_{\text{нак. нм}}$	Растворитель	Концентрация, 10^3 моль/л	$\lambda_{\text{ген. нм}}$	$\Delta \lambda_{\text{ген. \AA}}$	$P_{\text{нак. Мвт}}$	Коэффициент преобразова- ния, %	Порог гене- рации, кВт	$R_1 \times R_2$
I	353	Толуол	2,6	409	60	8	4		$0,31 \times 0,71$
		Толуол	0,7	409	60	8	—		$0,31 \times 0,71$
II	353	Толуол	1,6	411	40	8	7,5	50	$0,30 \times 0,71$
				417	40				$0,45 \times 0,66$
III	353	Толуол	3,7	399,5	70	8	6,5	—	$0,37 \times 0,84$
IV	353	Толуол	3,1	391	50	8	6,5	100	$0,78 \times 0,85$
		Бензол	3,1	391	50	7	4,5	—	$0,78 \times 0,85$
V	353	Толуол	3,1	390,5	70	8	2,5	—	$0,78 \times 0,85$
		Бензол	3,1	391,5	50	7,5	3,5	—	$0,78 \times 0,85$
VI	353	Толуол	2,9	383	20	8	1,5	900	$0,66 \times 0,92$
VII	265	Цикло- гексан	1,3	341	60	0,6	1,3	300	$0,83 \times 0,94$

¹⁾ R_1 и R_2 — коэффициенты отражения зеркал 9 и 10 (рис. 3) на $\lambda_{\text{ген}}$.

Нет сомнения в том, что число сцинтилляторов, способных генерировать в УФ-диапазоне спектра, может быть многократно увеличено, так что, по крайней мере, область спектра от 300 до 400 нм будет полностью перекрыта линиями генерации. Следует отметить, что даже в

неоптимальных условиях пороги генерации оказались невысокими. Это дает основание считать, что вполне возможно получение генерации УФ-излучения на таких соединениях с накачкой от ламп-вспышек. Важно также, что многие из соединений перечисленных выше типов, в отличие от красителей, используемых для получения лазерного излучения в видимом диапазоне спектра, значительно более стабильны по отношению к действию УФ-излучения, окисления и других факторов. Еще одним достоинством этих соединений является то, что они легко входят в пластмассовые матрицы и, следовательно, могут быть использованы для изготовления активных элементов твердотельных ОКГ.

Отметим также, что эти соединения являются хорошими акцепторами энергии, что может быть использовано для создания лазеров, в которых инверсия населенностей рабочих уровней создается за счет передачи энергии от других возбужденных молекул (доноров энергии).

Авторы признательны Р.Н.Пурмухаметову за предоставление ряда соединений и интерес к работе.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Научно-исследовательский
физико-химический институт

Поступило в редакцию
24 октября 1968 г.

Литература

[1] Б.И.Степанов, А.И.Рубинов. УФН, 95, 45, 1968.