

[5] Webb J.P., Webster F.G., Plouf-
de B.E. - IEEE J. Quantum Electron., 1975,
v. QE 11, p. 114.

Поступило в Редакцию
20 февраля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 7

12 апреля 1988 г.

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ КРАСИТЕЛЕЙ СПЕКТРАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА 688-860 НМ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Б.И. Степанов, Н.Н. Бычков, Л.В. Левшин,
Б.А. Константинов, А.И. Акимов,
В.Е. Мнускин, А.Н. Токарева, Б.Ф. Тринчук,
А.И. Сопин, Б.М. Ужинов, С.И. Дружинин

Получение генерации в ближней ИК-области является актуальной задачей. Однако до настоящего времени единственным классом соединений, которые могли быть использованы для этого, являлись полиметиновые красители [1-3]. Применение этих лазерных красителей для получения активных сред позволило при возбуждении рубиновым лазером получить КПД генерации в неселективном резонаторе 12 - 40% [1, 2] и лишь в отдельных случаях приблизиться к величине 70%, предсказанной в качестве предельной для полиметиновых красителей теоретически [3]. При возбуждении УФ - лазерами КПД преобразования значительно ниже и составляет в селективном резонаторе $\leq 3.5\%$ [4]. Общим существенным недостатком для этих красителей также является невысокая светостойкость [5-7] и отсутствие генерации в водных средах, где полиметины образуют ассоциаты [8].

Нами предлагается новое поколение лазерных красителей для ближней ИК-области спектра лазерного возбуждения (см. табл. 1, 2 и рисунок).

Новые лазерные красители при поперечном возбуждении рубиновым лазером ($\lambda_{нак.} = 694$ нм, $E_{нак.} = 1$ Дж, $\tau = 20-25$ нс, режим моноимпульсный) для оптимальных концентраций имеют КПД 60-70%, причем для красителей ЛКК-756, ЛКК-761, ЛКК-764, ЛКК-766, ЛКК-767, ЛКК-769, ЛКК-775 и ЛК-790 эта величина превышает 70% в неселективном резонаторе, то есть теоретический предел для полиметинов. Диапазон перестройки, указанный в табл. 1, получен посредством изменения концентрации красителей в ацетонитриле.

Исследование генерационных характеристик красителей нового класса с поперечной накачкой азотным лазером „Крона-1” [9] проводилось в лазере ЛЖИ-507 [10], конструктивно состоящего из генератора, усилителя и блока прокачки. Результаты исследований (табл. 2) показали, что КПД преобразования излучения накачки

Т а б л и ц а 1

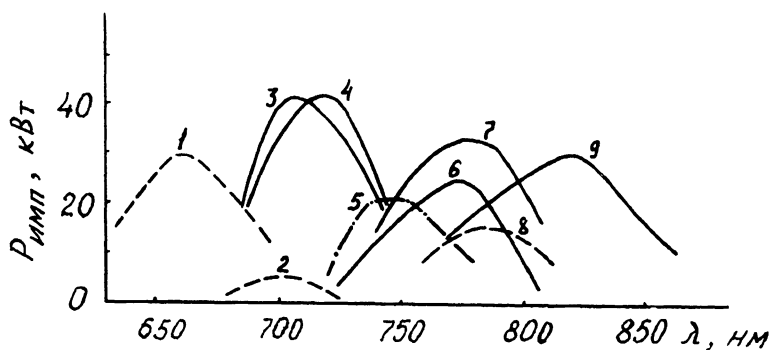
Спектрально-генерационные свойства новых красителей при возбуждении рубиновым лазером ($E_{\text{нак}} \sim 1$ Дж, $\tau = 20$ нс)

№ п/п	Название красителя	$C_{\text{опт}}$, ммол/л	КПД для $C_{\text{опт}}$, %	ген $\lambda_{\text{макс}}$, нм	Диапазон пере-стройки при изменении концентрации, нм	τ 1/2 фо-толиза в CH_3CN , мин
1	ЛКК-732	0.50	64.5	732	710-770	12.5
2	ЛКК-733	0.05	47.6	733	716-786	20.0
3	ЛКК-756	0.13	77.9	756	731-784	11.5
4	ЛКК-761	0.30	72.5	761	738-786	6.0
5	ЛКК-762	0.15	67.3	762	736-789	24.0
6	ЛКК-763	0.15	67.6	763	736-790	25.0
7	ЛКК-764	0.15	73.3	764	745-791	22.0
8	ЛКК-765	0.20	63.2	765	744-790	20.0
9	ЛКК-766	0.15	74.6	766	736-798	16.0
10	ЛКК-767	0.20	74.4	767	732-798	51.0
11	ЛКК-768	0.175	64.0	768	743-814	4.8
12	ЛКК-769	0.15	73.1	769	745-795	18.0
13	ЛКК-775	0.50	72.8	775	748-790	17.0
14	ЛК-780	0.30	62.1	752	712-780	21.0
15	ЛК-790	0.15	76.7	752	730-801	16.0
16	ЛК-800	0.03	63.3	731	712-793	30.0
17	ЛК-810	0.50	69.1	750	725-785	45.0
18	ЛК-840	0.05	58.6	765	743-830	8.0
19	Цианин № 3966 в CH_3CN		35.0	752	740-766	0.33

Т а б л и ц а 2

Генерационные характеристики новых красителей в ацетонитриле, возбуждаемых N_2 - лазером ($\lambda_{\text{возб.}} = 337$ нм, $P_{\text{нак}} = 400$ кВт, $\tau \approx 10$ нс, $f = 30$ Гц)

№№ п/п	Название красителя	$C_{\text{опт}}$, ммоль/л	КПД для $C_{\text{опт}}$, %	$\lambda_{\text{макс}}$, нм	Диапазон пере-стройки, нм	Ширина линии излу-чения, нм
1	ЛК-747	2.0	9.2	710	688-740	≤ 0.05
2	ЛК-740	1.0	9.3	718	688-745	"
3	ЛК-790	1.0	6.25	770	725-808	"
4	ЛК-800	1.1	7.2	785	740-812	"
5	ЛК-840	1.4	6.5	820	765-860	"



Зависимость максимальной мощности излучения лазера ЛЖИ-507 с накачкой азотным лазером „Крона-1“ ($P_{\text{нак}}^{\text{нак}} = 400$ кВт, $\lambda_{\text{нак}} = 337$ нм) от длины волны: 1 - оксазин 17; 2 - полиметин №4378-j; 3 - ЛК-747, 4 - ЛК-740; 5 - С-700 (ФРГ), 6 - ЛК-790, 7 - ЛК-800; 8 - полиметин № 4501-j, 9 - ЛК-840.

($\lambda_{\text{нак}} = 337$ нм) в условиях эксперимента (селективный резонатор) составлял 6.2–9.3%. Область излучения указанных красителей от 690 до 860 нм (со сменой активной среды), ширина линии пере-страиваемого излучения составляла $\delta\lambda \approx 0.05$ нм, длительность импульса излучения $\tau \approx 10$ нс. На рис. 1 приводятся кривые пере-стройки излучения новых красителей в сравнении с известными отечественными красителями и красителем ЛС-700 фирмы *lambda Physic* (ФРГ) в ближней ИК-области спектра. Все красители исследовались в одинаковых экспериментальных условиях.

Из сравнения видно, что предложенные новые красители эффективнее применяемых до настоящего времени красителей в ближней ИК области спектра как при накачке рубиновым ($\lambda_{\text{нак}} = 694$ нм), так и при накачке N_2 - лазером ($\lambda_{\text{нак}} = 337$ нм).

Генерация новых красителей может быть получена не только в ацетонитрильных, но и спиртовых и водно-органических растворах. При этом также сохраняется высокая эффективность генерации.

Для оценки фоточувствительности новых лазерных красителей был проведен их фотолиз полным светом ртутной лампы ДРШ-1000 в ацетонитриле (табл. 1). Видно, что самые нестойкие из новых красителей ЛКК-768 и ЛКК-762 превышают по фотостойкости полиметиновый краситель № 3966 ($\lambda_{\text{макс}}^{\text{ген}} = 740-760$ нм, КПД 35%

[11]) более, чем на порядок, а наилучшие из новых красителей: ЛКК-767 и ЛК-790 - в 50-150 раз, то есть более чем на два порядка. Сочетание столь высокой фотостойкости красителей серий ЛК и ЛКК с эффективностью преобразования энергии лазерной на-

качки $\approx 70\%$, делает их новым поколением лазерных красителей для ближней ИК-области спектра.

Л и т е р а т у р а

- [1] Альперович М.А., Дядюша Г.Г., Пржонская О.В., Смирнова Т.Н., Сломинский Ю.П., Тихонов Е.А., Толмачев А.И., Тюрин В.С. - Квантовая электроника, 1979, т. 6, № 6, с. 1231.
- [2] Наровлянская Н.М., Пржонская О.В., Тихонов Е.А. - Журнал теоретической физики, 1979, т. 49, с. 1678.
- [3] Гандельман И.Л., Мелищук М.В., Тихонов Е.А. - Квантовая электроника, 1983, т. 10, № 6, с. 1267.
- [4] Великоцкий В.Л., Мнускин В.Е., Тринчук Б.Ф. - Перестраиваемые лазеры на красителях с накачкой импульсными газовыми лазерами. - Обзоры по электронной технике, 1986, сер. 11, лазерная техника и оптоэлектроника, в. 5(1187), 75 с.
- [5] Steiger R., Kitzing R., Hagen R., Stoeckli-Evans K. - Photogr. Sci., 1974, v. 27, N 3, p. 151-167.
- [6] Humphry-Baker R., Grätzel M., Steiger R. - J. Amer. Chem. Soc., 1980, v. 102, N 2, p. 847-848.
- [7] Demster D.N., Morrow T., Rankin R., Thompson G.F. - J. Chem. Soc., Faraday Trans., Part 2, 1972, v. 68, N 9, p. 1479-1496.
- [8] Тихонов Е.А., Пржонская О.В., Шпак М.Т. - Квантовая электроника, К.: Наук. думка, 1976, вып. 10, с. 92.
- [9] Армичев А.В., Алейников В.С., Фогельсон Т.Б. - Квантовая электроника, 1980, т. 7, № 6, с. 1037-1041.

Поступило в Редакцию
20 февраля 1988 г.