

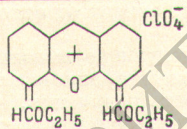
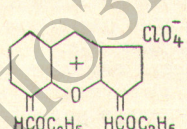
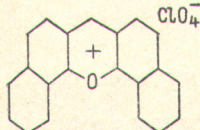
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.373 : 535

ГЕНЕРАЦИЯ НА РАСТВОРАХ ПЕРХЛОРАТОВ ПИРИЛИЯ
ПРИ ЛАМПОВОЙ НАКАЧКЕ¹

Ю. Е. Забиякин, В. С. Смирнов и Н. Г. Бахшиев

В настоящее время в видимой и УФ областях спектра генерируют при ламповой накачке несколько десятков органолюминофоров различных классов (родамины, фталимиды, кумарины и пр.), однако лишь отдельные из них пригодны для использования в качестве рабочих веществ при создании мощных жидкостных лазеров. Не вызывает сомнения, что поиск и изучение новых перспективных рабочих веществ продолжает оставаться весьма актуальной задачей. В связи с этим нами было исследовано на генерацию три соединения, относящиеся к классу пирилиевых солей — α - α' -диэтоксиметиленоктагидроксантилий перхлорат (ДМК), α - α' -диэтоксиметиле-2,3-триметилентетрагидрохромиллий перхлорат (ДМХ) и 2,3·5,6-бис(дигидронафто)пирилий перхлорат (ДНП). Синтез указанных солей, осуществленный путем направленного поиска эффективных люминофоров, а также определение их спектрально-люминесцентных характеристик были проведены Е. П. Олехновичем и В. П. Кармазиным в лаборатории гетероциклических соединений и лаборатории фотохимии и люминесценции НИИ физической органической химии Ростовского Госуниверситета. Структурные формулы этих соединений, основные данные о спектрах поглощения и люминесценции, а также частота генерации приведены в таблице. Вещества испытывались с целью получения генерации в условиях, описанных ранее [1]. В качестве растворителей использовались ацетонитрил и уксусная кислота, рекомендованные изготовителем. В указанных условиях генерация наблюдалась на растворах двух соединений — ДМК и ДМХ, — однако с существенно различной пороговой энергией накачки — около 50 дж для первого и 300 дж для второго при концентрации 10^{17} молек./см³. На растворе ДНП генерацию получить не удалось.

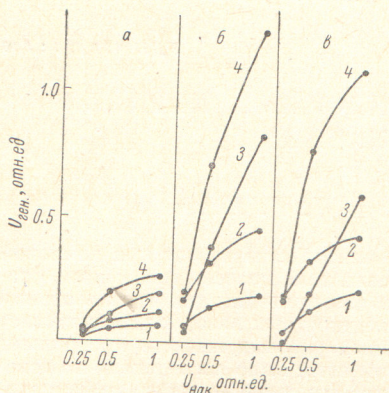
Формула молекулы	$\nu_{\text{погл.}}$, см ⁻¹	$\nu_{\text{люм.}}$, см ⁻¹	$\Delta\nu_{1/2\text{погл.}}$, см ⁻¹	$\Delta\nu_{1/2\text{люм.}}$, см ⁻¹	$\nu_{\text{ген.}}$, см ⁻¹
 ClO ₄ ⁻	19100	17300	1850	1500	16400
 ClO ₄ ⁻	18900	17500	2000	1500	16400
 ClO ₄ ⁻	22500	20000	2800	2600	—

¹ Упоминание о получении генерации на растворе пирилиевой соли в зеленой области имеется в работе [3].

Для определения оптимального (с точки зрения получения максимальной выходной энергии генерации) значения концентрации растворов исследовались концентрационные зависимости пороговой энергии накачки и энергии генерации. Характерно, что найденное оптимальное значение энергии накачки и энергии генерации (приблизительно в три раза выше, чем в случае раствора родамина 6Ж [1]). Это связано со значительно меньшим коэффициентом поглощения в максимуме полосы ДМК по сравнению с тем же значением для родамина 6Ж. Аналогичные измерения в случае ДМХ, характеризующегося, как уже указывалось, более высоким значением пороговой энергии накачки, показали, что уже небольшое отклонение концентрации от оптимальной приводит

к весьма значительному росту пороговой энергии накачки и в конечном счете к срыву генерации.

Для более подробного изучения энергетических характеристик соединения ДМК были получены данные о зависимости энергии генерации от электрической энергии, подводимой к лампам накачки, при различных концентрациях раствора и коэффициентах отражения выходного зеркала (см. рисунок). На этих же рисунках приведены результаты, полученные в аналогичных условиях для родамина 6Ж в изопропаноле. Выбор для сравнения именно родамина 6Ж был не случайным, поскольку известно, что этот краситель до настоящего времени является одним из самых эффективных рабочих веществ жидкостных лазеров, работающих в видимой области спектра. Сопоставление соответствующих данных показывает, что при оптимальных концентрациях растворов ДМК лишь незначительно уступает в энергетическом отношении родмину 6Ж, т. е., другими словами, КПД обоих соединений достаточно близок. В области более высоких концентраций (около $5 \cdot 10^{17}$ мол./см³) энергии генерации ДМК и родамина 6Ж практически сравниваются. Существенно также, что при прочих равных условиях длительность генерации раствора ДМК при концентрации $2 \cdot 10^{17}$ мол./см³ практически такая же, как и для раствора родамина 6Ж.



Зависимость энергии генерации растворов родамина 6Ж (2, 4) и ДМК (1, 3) от энергии накачки при концентрациях $5 \cdot 10^{17}$ молек./см³ (а), 10^{17} молек./см³ (б), $5 \cdot 10^{16}$ молек./см³ (в) и различных коэффициентах отражения выходного зеркала (кривые 1, 2 соответствуют 94%, кривые 3, 4 — 71%).

Для оценки возможности использования соединения ДМК в перестраиваемом по частоте лазере была исследована зависимость длины волны генерации от концентрации раствора. Максимальный диапазон перестройки составил 22 нм ($622 \div 600$ нм) при изменении концентрации от 10^{18} до $0.5 \cdot 10^{16}$ мол./см³. Аналогичные измерения для ДМХ в области концентраций от $2 \cdot 10^{17}$ до 10^{16} мол./см³ привели к диапазону изменения длины волны генерации $616 \div 606$ нм. Кроме этого, были получены данные о генерации смешанного раствора ДМК и родамина Б. Как и ожидалось, исходя из более ранних результатов [1, 2], смешанный раствор указанных красителей генерирует одну промежуточную полосу излучения, положение которой в спектре зависит от относительной концентрации компонент.

Совокупность полученных данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Соединение ДМК при ламповом возбуждении по своим генерационным характеристикам (пороговая энергия накачки, энергия и длительность излучения, концентрационная зависимость длины волны генерации) приближается к лучшим известным в настоящее время органическим соединениям (родаминам), причем меньшее значение коэффициента поглощения в максимуме раствора ДМК по сравнению с раствором родамина 6Ж позволяет использовать кюветы относительно большего диаметра.

2. К недостаткам указанного соединения следует отнести заметную фотохимическую неустойчивость, которая может быть преодолена циркуляцией активного вещества через кювету. Недостатком является также сравнительно малый набор пригодных растворителей и определенные требования к чистоте последних.

Таким образом, растворы ДМК могут быть рекомендованы в качестве новых эффективных рабочих веществ для жидкостных лазеров.

Литература

- [1] Ю. Е. Забиякин, В. С. Смирнов и Н. Г. Бахшиев. Опт. и спектр., 29, 569, 1970.
- [2] Ю. Е. Забиякин, В. С. Смирнов и Н. Г. Бахшиев. Опт. и спектр., 34, 148, 1973.
- [3] В. В. Snaveley. Proc. IEEEE, 57, 1374, 1969.

Поступило в Редакцию 14 апреля 1972 г.