

О ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРОВ ОКСАЗИНОВЫХ И КСАНТЕНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В СВЕРХЗВУКОВОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУЕ

Асимов М. М., Портнов Е. В., Рубинов А. Н.

Интенсивное развитие спектроскопических методов сверхзвуковой молекулярной струи обусловлено возможностью исследования внутренне охлажденных, изолированных молекул в газовой фазе [1]. Эти методы позволяют получать очень низкие трансляционные, вращательные и колебательные температуры ($\sim 1\text{--}10$ К) и в настоящее время нашли широкое применение для исследования спектральных характеристик как простых, так и больших сложных молекул органических соединений [2-5].

Техника спектроскопии сверхзвуковой молекулярной струи в сочетании с селективным лазерным возбуждением позволяет получить ценную информацию о внутримолекулярной динамике и о фотофизических процессах в ван-дер-ваальсовских комплексах с участием молекул органического соединения и молекул растворителя. В частности, такие исследования представляют большой интерес при изучении лазерных красителей [6, 7]. Вместе с тем большинство лазерных красителей имеют ионную структуру и характеризуются высокими температурами плавления и низким давлением паров [8]. В [9, 10] было показано, что красители типа родамина 6Ж, родамина Б и флуоресцеина обнаруживают весьма незначительную флуоресценцию и обугливаются с повышением температуры при попытке испарения. До настоящего времени практически отсутствовали какие-либо методы получения паров этих соединений.

В данной работе сообщается о принципиальной возможности исследования молекул оксазиновых и ксантеновых красителей в газовой фазе в сверхзвуковой молекулярной струе. Приводятся результаты исследования по испарению и определению термостойкости ряда оксазиновых и родаминовых красителей.

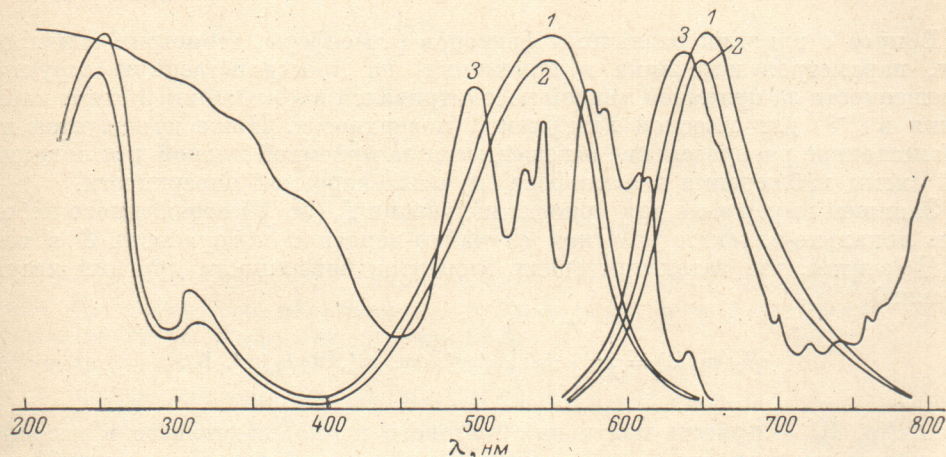
Для исследования были выбраны лазерные красители оксазин-1, оксазин-9, оксазин-17, родамин 6Ж, родамин Б, родамин С и родамин незамещенный. Эти вещества последовательно испарялись через сопло диаметром 500 мкм в вакуумную камеру при нагревании до температуры 350 °С. С целью сравнения с исходным веществом красители, собранные в ловушке после испарения, растворялись в этаноле, и измерялись их спектры поглощения, люминесценции, спектр возбуждения и время жизни люминесценции.

Оказалось, что вопреки общепринятым представлениям [9-11] все красители хорошо испаряются в данных условиях эксперимента и не подвергаются какой-либо деструкции.

В качестве иллюстрации на рисунке приведены спектры поглощения и люминесценции оксазина 17 в этаноле для исходного вещества (кривая 1), после испарения в вакууме (кривая 2) и непосредственно в воздухе (кривая 3). Как видно, испарение в высоком вакууме не приводит к деструкции красителя. Небольшой сдвиг максимумов (~ 2 нм) спектров поглощения и люминесценции по сравнению с исходным связан с дополнительной очисткой красителя от примесей при испарении. Интересно, что время жизни люминесценции (τ_1) красителей после испарения несколько увеличивается по сравнению с исходным. Так, например, если для исходного родамина 6Ж $\tau_1 = 4.2$ нс ($\lambda_b = 358$ и 530 нм), то после испарения $\tau_1 = 4.4$ нс, что очевидно также связано с очисткой вещества. Следует отметить, что в условиях нашего эксперимента из всех исследованных красителей только оксазин является основанием и имеет низкую температуру возгонки 70 °С. Все остальные соединения — соли, и их температура возгонки более 120 °С.

Процесс деструкции родаминовых красителей, как отмечалось в [9], происходит при испарении в кювете, откачанной до давления 10^{-5} Тор. Полученные результаты при более низком давлении и свободном расширении паров исследованных соединений показывают высокую стабильность молекул оксазиновых и родаминовых красителей в газовой фазе. Кроме того, весьма важно,

что молекулы исследованных красителей охлаждаются при расширении через сопло. Так, например, предварительные эксперименты показали, что спектр флуоресценции родамина 6Ж при расширении с несущим газом аргоном при давлении 150 Тор и температуре 280 °С имеет линейчатую структуру. Отметим, что возбуждение флуоресценции родамина 6Ж осуществлялось излучением аргонового лазера.



Спектры поглощения и люминесценции оксазина 17 в этаноле.

1 — для исходного вещества, 2 — после испарения в вакууме, 3 — после испарения в воздухе.

В заключение следует отметить, что полученные результаты не только открывают возможность исследования молекул оксазиновых и родаминовых красителей в сверхзвуковой свободной струе, но и, вероятно, снимают ограничение, существовавшее до настоящего времени применительно к получению паров других труднолетучих соединений. Данные результаты имеют также и практическое значение, связанное с очисткой труднолетучих веществ, особенно ряда лазерных красителей методом вакуумной сублимации.

Литература

- [1] Levy D. H. — Ann. Rev. Phys. Chem., 1980, v. 31, p. 197.
- [2] Dekoven B. M., Fung K. H., Levy D. H. — J. Chem. Phys., 1981, v. 74, p. 4755.
- [3] Fitch P. S. H., Hagnam C. A., Levy D. H. — J. Chem. Phys., 1981, v. 74, p. 6612.
- [4] Amirov A., Even U., Jortner J. — J. Chem. Phys., 1981, v. 75, p. 3770.
- [5] Amirov A., Even U., Jortner J. — J. Chem. Phys., 1981, v. 75, p. 2489.
- [6] Asimov M., Ernsting N. P. — J. Luminesc., 1983, v. 28, p. 119.
- [7] Ernsting N. P., Asimov M. M., Schäfer F. P. — Chem. Phys. Lett., 1982, v. 91 p. 231.
- [8] Лазеры на красителях / Под ред. Ф. П. Шефера. М., 1976, с. 11—15.
- [9] Steyer B., Schäfer F. P. — Appl. Phys., 1975, v. 7, p. 113.
- [10] Варганян А. Т. — ЖФХ, 1956, т. 30, с. 1028.
- [11] Калоша И. И. — Автореф. канд. дис. Минск, 1979. 17 с.

Поступило в Редакцию 11 октября 1985 г.