

07; 05

© 1992

## АКТИВИРОВАННЫЕ КРАСИТЕЛЕМ ПОЛИМЕРЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Ю.В. Коробкин, О.И. Сидоров,  
В.Б. Студенов

Одним из актуальных направлений к квантовой электронике является создание перестраиваемых по частоте твердотельных лазеров, в частности на основе окрашенных полимеров [1, 2]. Наибольшее применение из активированных красителями полимеров получил полиметилметакрилат и его модификации [1, 3]. Перспективными твердотельными активными средами для перестраиваемых лазеров являются также эпоксидные полимеры, активированные красителями [4].

Настоящая работа посвящена разработке полимерных активных сред на основе эпоксидных и перспективных триазиновых полимеров и исследованию их генерационных характеристик.

Эпоксидные полимеры были получены отверждением смеси эпоксидных олигомеров, триазиновые полимеры — отверждением ароматического дифункционального мономера. Для активации полимеров использовался ксантеновый краситель — родамин С, растворимый в смеси эпоксидных олигомеров и ароматическом дифункциональном мономере при температуре (70–90) °С. Отверждением композиций осуществлялось по режимам, обеспечивающим полноту отверждения полимеров и сохранение люминесцентных характеристик красителя.

Измерения спектров пропускания неактивированных полимеров показали, что начиная с 400 нм полимеры прозрачны для излучения видимого диапазона, причем для триазиновых полимеров характерно меньшее поглощение излучения, рис. 1. Спектры пропускания исследуемых активных полимерных сред приведены на рис. 2. Необходимо отметить, что применение триазиновых полимеров позволяет получить активные среды с меньшей, по сравнению с эпоксидными полимерами, величиной температурного изменения коэффициента преломления  $\left(\frac{dn}{dT}\right)_P$ . Этот факт связан с более высокой температурой стеклования триазиновых полимеров [1].

Исследование генерационных характеристик указанных сред производилось в резонаторе Фабри-Перо с коэффициентами отражения зеркал  $R_1=100\%$  и  $R_2=50\%$  на длине волны 600 нм. Активированный красителем полимерный образец прямоугольного сечения помещался в центре резонатора на его оси. Оптическая накачка образца осуществлялась через его боковую поверхность сфокусированным излучением второй гармоники лазера с модуляцией доброт-

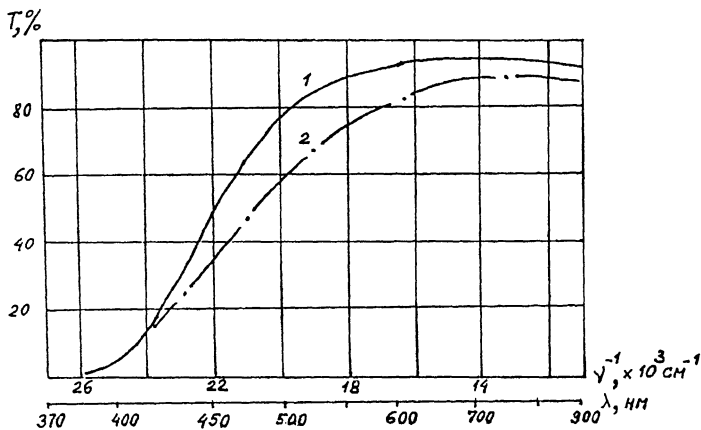


Рис. 1. Спектры пропускания исследуемых полимеров. 1 — триазинный полимер на основе ароматического дифункционального мономера, толщина образца 4 мм, 2 — эпоксидный полимер на основе смеси эпоксидных олигомеров и отвердителя, толщина образца 4 мм.

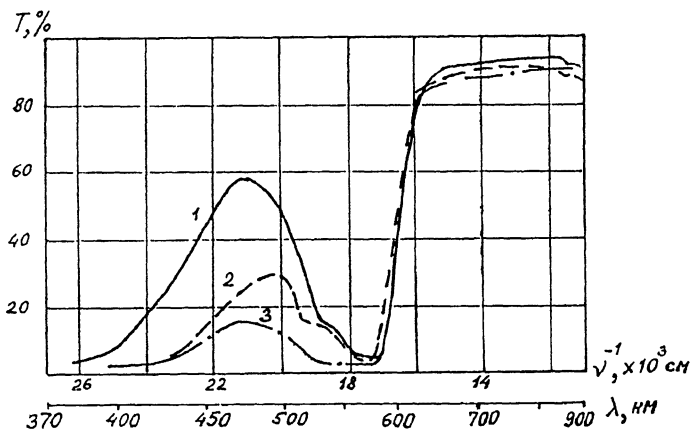


Рис. 2. Спектры пропускания исследуемых активных полимерных сред. 1 — триазинный полимер на основе ароматического дифункционального мономера, толщина образца 4.5 мкм, концентрация красителя 0.03%; 2 — эпоксидный полимер на основе смеси эпоксидных олигомеров и отвердителя, толщина образца 4.5 мкм, концентрация красителя 0.02%; 3 — эпоксидный полимер на основе смеси эпоксидных олигомеров, отвердителя и ускорителя, толщина образца 3 мм, концентрация красителя 0.07%.

Т а б л и ц а 1. Характеристики активированных полимеров.

№	Состав полимера	Концентрация красителя, %	Плотность г/см <sup>3</sup>	Температура стеклования, °С	Модуль упругости при изгибе, кг/см <sup>2</sup>	Центр ли-ней гексераций, нм	Дифф. КПД, %	Ширина спектра люминесценции, нм	Порог разрушения, МВт/см <sup>2</sup>
1	Смесь эпоксидных олигомеров, отвердитель	0.02	1.21	100	24500	597	30	590-615	275
2	Смесь эпоксидных олигомеров, отвердитель, ускоритель	0.07	1.21	100	24500	600	20	580-630	320
3	Ароматический дифункциональный мономер	0.03	1.28	250	30000	620	25	580-637	675
4	Ароматический дифункциональный мономер	0.033	1.27	230	-	624	20	585-625	650

ности на концентрированном неодимовом фосфатном стекле (КНФС). Параметры излучения накачки: энергия  $E \approx (10-20)$  мДж, длительность импульса  $\tau \approx 30$  нс, максимальная плотность мощности на поверхности образца  $I \approx 10^9$  Вт/см<sup>2</sup>. Спектр люминесценции, длина волны и ширина спектра генерируемого образцом лазерного излучения регистрировались с помощью спектрофотометра с разрешаемым интервалом длин волн менее 1 нм в видимой области спектра. Энергии излучения и накачки измерялись калиброванными фотодиодами ФД-24К и запоминающим осциллографом С8-17, что позволило оценить дифференциальный коэффициент полезного действия (КПД) исследуемых активных сред.

Физико-химические характеристики активных сред и результаты измерений приведены в таблице. Анализ результатов проведенных исследований показывает, что центр линии генерации зависит от типа применяемого полимера. Максимальный коэффициент преобразования достигался при плотностях мощности накачки  $5 \cdot 10^6$  Вт/см<sup>2</sup> и при более высоких значениях накачки практически не менялся. Интересным результатом можно считать несовпадение центра линии генерации с центром спектра люминесценции при использовании активных сред на основе триазиновых полимеров. Линия генерации смещалась в длинноволновую область спектра люминесценции. Смещение линии генерации можно объяснить совместным влиянием на коэффициент усиления активной среды спектра поглощения и люминесценции [5]. Порог механического разрушения активных сред на основе эпоксидных полимеров  $\sim 3 \cdot 10^8$  Вт/см<sup>2</sup>. Механическому разрушению предшествует фотохимическое обесцвечивание образца, наступающее при плотности мощности накачки  $\sim 0.8$  от порога разрушения. Для активных сред на основе триазиновых полимеров эти величины больше в 2-3 раза.

В заключение необходимо отметить, что наиболее полно преимущества активных сред на основе триазиновых полимеров могут проявиться при работе в частотном режиме.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Безродный В.И., Бондар М.В., Козак Г.Ю., Пржонская О.В., Тихонов Е.А. // ЖПС. 1989. Т. 50. № 5. С. 711-727.
- [2] Барашков М.Н., Гундер О.А. Флуоресцирующие полимеры. М.: Химия, 1987. 223 с.
- [3] Жильцов В.И., Климашина А.Г., Мнускин В.Е., Никифоров В.Г., Токарева А.Н., Тринчук Б.Ф. // ЖПС. 1986. Т. 45. № 1. С. 35-39.

- [4] Берманс Г.Б., Зайцев Ю.С., Костенич Ю.В., Пактер М.К., Парамонов Ю.М., Рубинов А.Н., Смирнов А.Ю., Эфендиев Т.Ш. // ЖПС. 1987. Т. 47. № 4. С. 569-573.
- [5] Анохов С.П., Марусий Т.Я., Соскин М.С. Перестраиваемые лазеры. М.: Радио и связь, 1982. 350 с.

Поступило в Редакцию  
6 июля 1992 г.