

05.2;07

## Эффект оптического ограничения в системе холестерический жидкий кристалл–фуллерен

© В.В. Данилов, А.Г. Калинин, Н.В. Каманина, С.А. Тульский

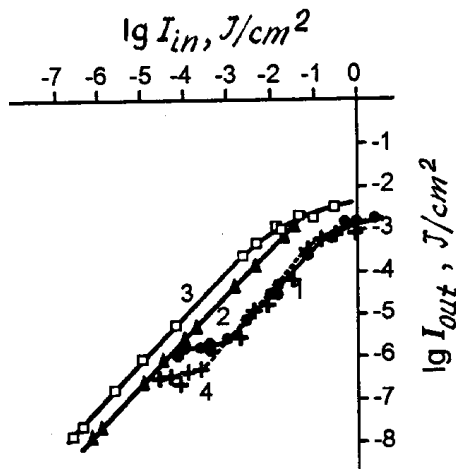
НИИ лазерной физики  
Всероссийский научный центр "Государственный оптический  
институт им. С.И. Вавилова", С.-Петербург

Поступило в Редакцию 6 ноября 1997 г.

В условиях реализации эффекта дифракционного подавления поглощения проведено изучение оптического ограничения в нематохиральных жидкокристаллических композициях с добавкой фуллерена  $C_{70}$ . Показано, что такие системы обладают рекордно низким энергетическим порогом нелинейности. Дано качественное объяснение полученных результатов.

Оптические ограничители, использующие быструю керровскую нелинейность в системах с распределенной обратной связью, предложены в работах [1,2]. Экспериментально эффект оптического ограничения в такой системе был продемонстрирован на примере хирального жидкого кристалла с добавкой кетоцианинового красителя (так называемые бормановские ячейки) [2]. В то же время большое внимание исследователей привлекает использование в целях оптического ограничения растворов фуллеренов, у которых удачное сочетание фотодинамических параметров, а именно: малое время жизни состояния  $S_1$ , высокая скорость интерконверсии в триплетное состояние и его большое время жизни, значения сечений поглощения из возбужденных синглетных и триплетных состояний, превышающие таковые для основного состояния, — позволяет реализовать в среде с высокой исходной прозрачностью интенсивное поглощение в каналах триплетных и возбужденных синглетных состояний [3].

В настоящем сообщении представлены результаты исследования эффекта оптического ограничения в структуре, сочетающей в себе особенности обоих вышеупомянутых типов ограничителей и являющей



Эффект оптического ограничения в жидкокристаллической композиции с фуллереном  $C_{70}$ : 1, 4 — фуллерен  $C_{70}$  в бормановской ячейке: 1 —  $22^\circ\text{C}$ ; 4 —  $30^\circ\text{C}$ ; 2 — зависимость  $I_{out}$  от интенсивности излучения на входе  $I_{in}$  для чисто хиральной системы; 3 — фуллерен  $C_{70}$  в нематике.

собой бормановскую ячейку, где в качестве резонансной поглощающей примеси выступает фуллерен  $C_{70}$ .

Бормановская ячейка представляет собой плоский кварцевый капилляр, заполненный планарно ориентированной нематохиральной композицией на основе бензонитрилов и цианобифенилов с температурой фазового перехода  $T_{Н-Х} \sim 47^\circ\text{C}$  и полосой селективного отражения при  $\lambda \sim 545 \text{ nm}$ . Толщина зазора  $20 \mu\text{m}$ . Исходная планарная ориентация создавалась механическим натиранием поверхности подложки, предварительно покрытой ориентантом. В качестве последнего использовались пленки полиимида. Концентрация  $C_{70}$  в рабочей жидкокристаллической композиции составляла 0.22–0.24 abbr.%. Гомогенность рабочего раствора контролировалась под микроскопом. Заполнение ячейки производилось под вакуумом в предварительно откачанную и обезгаженную кювету при температуре  $\sim 60^\circ\text{C}$ .

Воздействие осуществлялось в полосе поглощения примеси (фуллерена) линейно поляризованным излучением второй гармоники монопольного одномодового лазера на алюмоиттриевом гранате

( $\tau_{puls} \sim 15 \text{ ns}$ ,  $E_{puls}$  до 0.5 J). Интенсивность излучения изменялась с помощью калиброванных светофильтров. Энергия выходного сигнала измерялась с помощью прибора ИЛД с нижним пределом чувствительности  $\sim 10^{-9} \text{ J}$ .

Во всех случаях воздействующее излучение попадало в область перекрытия полос поглощения и селективного отражения.

Экспериментальное изучение работы бормановских ячеек в режиме "оптического ограничителя" заключалось в исследовании зависимости их оптического пропускания (интенсивности излучения на выходе ячейки  $I_{out}$ ) от интенсивности входного излучения  $I_{in}$ .

Полученные зависимости представлены на рисунке (кривые 1, 4). Там же изображены аналогичные зависимости для раствора  $C_{70}$  в нематике (кривая 3) и для нематохирального состава без поглощающей компоненты (кривая 2). Сопоставление кривых 1 и 3 показывает, что в бормановской ячейке, помимо обычного эффекта ограничения, характерного для растворов фуллеренов, существует область ограничения при значительно более низких уровнях интенсивности. Эта область интенсивностей совпадает для  $C_{70}$  с областью экспериментального проявления динамического гистерезиса в аналогичных бормановских системах ( $10^{-6} - 10^{-3} \text{ J/cm}^2$ ), где в качестве поглощающей примеси выступают красители [2-4]. Воздействие в спектральной области проявления эффекта дифракционного подавления поглощения (эффекта Бормана) приводит к скачкообразному изменению двух состояний: пропускания и отражения. Это связано с тем, что в момент достижения критической интенсивности изменение показателя преломления (вследствие резонансного насыщения возбужденных примесных молекул [2]) приводит к изменению рабочей длины волны в среде. В отличие от упомянутых предельная пороговая энергия ограничения в исследованной системе оказывается рекордно низкой ( $E_{thr} < 10^{-5} \text{ J/cm}^2$ ). Однако следует заметить, что сама хиральная система обнаруживает высокую чувствительность к температурным условиям эксперимента (кривые 1 и 4).

В заключение авторы выражают свою признательность В.П. Будтову за предоставление фуллерена  $C_{70}$ .

## Список литературы

- [1] *Danilov V.V., Smirnov V.A., Fedorov S.V.* // Book for Abstracts of 3rd International Workshop "Fullerenes and atomic clucters". IWFAС'97. June 30-July 4, 1997. St.-Petersburg, 1997. P. 156.
- [2] *Грязнова М.В., Данилов В.В., Каманина Н.В., Смирнов В.А., Федоров С.В.* // Оптич. журн. 1997. Т. 64. № 10. С. 115–116.
- [3] *Heflin J.R., Wang S.D., Marein D.* et al. // Proc SPIE. 1995. V. 2530. P. 176–187.
- [4] *Zagainova L., Klimusheva G., Yatsenko L., Danilov V.* // Mol. Cryst. Liq. Cryst. 1992. V. 192. P. 279–282.