

## ЗАПИСЬ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК В РАССЛАИВАЮЩИХСЯ РАСТВОРАХ

С.А.Визнюк, А.Т.Суходольский

*Представлены результаты экспериментов по записи дифракционных решеток в расслаивающемся растворе бутилцеллозоля в воде. Обнаружен эффект возрастания интенсивности дифракционного максимума после выключения записывающего излучения и дана его интерпретация.*

В работе /1/ обнаружен эффект лазерного разделения (сепарации) компонентов расслаивающихся растворов за счет термокапиллярного массопереноса частиц дисперсной фазы в зоне лазерного нагрева в процессе светоиндуцированного фазового перехода. Так как показатели преломления компонентов раствора в общем случае не равны, то дрейф частиц дисперсной фазы может приводить к изменению интегрального профиля показателя преломления, что соответствует появлению нелинейности среды и может быть использовано для записи фазовых дифракционных решеток. В данной работе представлены результаты первых экспериментов по применению расслаивающихся растворов для записи дифракционных решеток.

Схема эксперимента представлена на рис. 1. Решетка записывалась в тонком слое ( $\sim 20$  мкм) раствора бутилцеллозоля (БЦ) в воде (1) с критической концентрацией компонентов, помещенном между стеклянными подложками (2) толщиной 2,25 мм. В плоскости слоя путем интерференции двух пучков аргонового лазера (3) создавалось синусоидальное распределение интенсивности с периодом  $\sim 50$  мкм. В качестве поглотителя в раствор вводился краситель родамин Ж с сильной полосой поглощения на длине волны аргонового лазера. Динамика записи решеток исследовалась с помощью излучения зондирующего HeNe лазера (4), не поглощающегося родамином Ж, направляемого перпендикулярно слою. Интенсивность первого дифракционного максимума через фильтр КС-14 (5) регистрировалась фотодиодом (6), сигнал с которого подавался на самописец (7).

На рис. 2 представлены типичные временные зависимости интенсивности первого дифракционного максимума. Кривая а получена в условиях постоянного нагрева после того, как в обозначенный на рисунке момент времени открывался лазерный пучок. На кривой можно выделить два основных участка — область роста дифракционной эффективности (1) и область монотонного спада (2). На участке 1 наблюдался резкий провал, связанный с критической опалесценцией, когда размеры неоднородностей, возникающих в процессе фазового перехода, становятся соизмеримыми с длиной волны HeNe лазера.

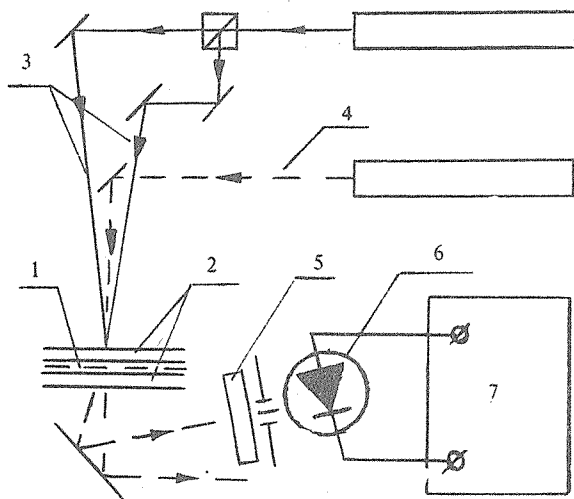


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки.

На рис. 2 представлены также временные зависимости интенсивности первого дифракционного максимума, полученные в условиях, когда записывающий лазерный пучок перекрывался в различные моменты времени, обозначенные на рисунке стрелками. Из этих кривых следует наличие эффекта "инерции" в эффективности дифракции, заключающегося в том, что после выключения записывающего излучения в указанные на каждой кривой моменты времени происходил рост интенсивности дифракционного максимума. Особенно заметно это на кривой с, когда интенсивность дифрагированного луча после выключения накачки практически сравнялась с той, которая получилась бы с включенным излучением накачки. С другой стороны, из кривой d следует, что такая "инерционность" практически отсутствует, если пучок перекрывается на участке до точки, в которой происходит характерный провал в интенсивности, соответствующий критической опалесценции.

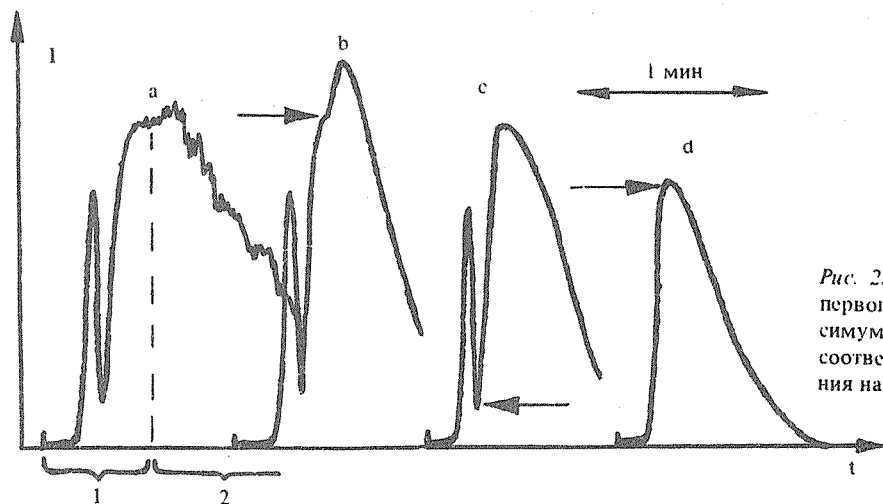


Рис. 2. Временная зависимость первого дифракционного максимума. Начало каждой кривой соответствует моменту включения накачки.

Можно дать следующую интерпретацию наблюдаемых эффектов во временных зависимостях дифракционной эффективности. Рост интенсивности на участке 1 обусловлен переносом компонент раствора в периодическом температурном поле, что приводит к появлению фазовой решетки, обусловленной различными показателями преломления воды и БЦ. Весь участок 1 разбивается точкой критической опалесценции на две области, в которых размеры неоднородностей меньше и больше длины волны  $\lambda$ . Если пучок перекрывать в области малых неоднородностей, то наблюдается только спад интенсивности, обусловленный процессом диффузионного "стирания" решетки (кривая d). Если пучок перекрывать в области, в которой размеры неоднородностей превышают длину волны, то кроме относительно медленных процессов диффузии, отвечающих за выравнивание концентраций в масштабе  $L$ , соответствующем расстоянию между штрихами решетки, с временем релаксации  $\tau_L \sim L^2/D$  ( $D$  — коэффициент диффузии), происходит значительно более быстрое растворение неоднородностей, имеющих размеры  $l \ll L$  с временами релаксации  $\tau_l \sim l^2/D$ .

Следовательно, эффект "инерционности" дифракционной эффективности решетки обусловлен различием масштабов неоднородностей, образующихся при переходе через критическую точку, и записываемой с помощью переноса компонент бинарного раствора периодической структуры. Так как время  $\tau_l$  растворения мелких неоднородностей (благодаря быстрому падению температуры вслед за выключением накачки) значительно меньше времени  $\tau_L$  диффузионного размывания штрихов решетки, то рост дифракционной эффективности обусловлен уменьшением рассеяния на неоднородностях и улучшением однородности решетки.

Приведенные эксперименты демонстрируют новые возможности исследования динамики фазовых переходов в расслаивающихся растворах и позволяют надеяться на применение таких систем в качестве

нелинейно-оптических сред для записи информации и динамической голографии наряду с суспензиями и микромульсиями /2,3/.

Авторы благодарят П.П.Пашину и С.Ф.Растопову за полезное обсуждение результатов работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Визнюк С.А. и др. Письма в ЖЭТФ, 45, в. 12, 559 (1987).
2. Smith P. W., Maloney P. J., Ashkin A. Opt. Lett., 7, 347 (1982).
3. Freysz E. et al. IEEE J. of Quant. Electr., QE - 22, 8, 1258 (1986).

Институт общей физики АН СССР

Поступила в редакцию 1 июня 1988 г.