

07;12

Самопроявляющийся, содержащий глицерин толстослойный бихромированный желатин как среда для записи объемных голограмм

© Ю.Н. Денисюк, Н.М. Ганжерли, И.А. Маурер,
С.А. Писаревская

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург

Поступило в Редакцию 16 июля 1998 г.

Описан синтез слоев содержащего глицерин, самопроявляющегося бихромированного желатина толщиной от 100 до 500 μm и обсуждены голографические характеристики этого светочувствительного материала. На основе экспериментальных данных по измерению величины дифракционной эффективности голограмм двух плоских волн, зарегистрированных по симметричной схеме, для слоев различной толщины и концентрации бихромата аммония получено, что оптимальными для записи голограмм являются слои толщиной порядка 200 μm и с концентрацией бихромата аммония 2–2.5% от веса сухого желатина. Чувствительность описанных слоев составляет 5–10 J/cm^2 .

Толстые объемные голограммы, т.е. голограммы, зарегистрированные в светочувствительных слоях толщиной порядка миллиметров, имеют ряд свойств, которые могут быть широко использованы в разработке оптических элементов современных устройств оптических информационных процессоров, в системах оптической памяти с мультиплексной записью информации и т.д. Здесь мы приводим результаты экспериментов по исследованию толстослойного самопроявляющегося светочувствительного материала на основе содержащего глицерин бихромированного желатина [1].

Тип самопроявляющегося слоя бихромированного желатина с добавками глицерина до 95% от веса сухого желатина, имеющего толщину порядка 5–10 μm после высыхания, описан в литературе [2]. Глицерин в этих слоях выполняет роль пластификатора, а также используется для сохранения некоторого количества молекул воды, которые благодаря на-

личию водородных связей осуществляют процесс проявления скрытого изображения.

Нами были получены и исследованы самопроявляющиеся, содержащие глицерин слои бихромированного желатина, которые после высыхания имели толщину слоя от 100 до 500 μm . Процесс получения слоев подобен широко известной технологии изготовления слоев бихромированного желатина [3]. На стеклянную подложку при температуре 40° поливался расплавленный раствор 6%-ного желатина, в который мы добавляли глицерин в количестве до 95% и бихромат аммония в количестве от 0.5 до 4% от веса сухого желатина. После студения в холодильнике в течение суток слои далее сохли несколько дней при комнатной температуре, уменьшаясь в толщине приблизительно в 5–6 раз.

Основные голографические характеристики слоев определялись путем регистрации голограмм двух плоских волн, сформированных из излучения гелий-кадмиевого лазера. Интерферирующие пучки распространялись симметрично относительно нормали к поверхности слоев, а угол встречи пучков составлял 14°. Плотность мощности излучения в плоскости голограммы была порядка 10 mW/cm^2 . Реконструированная волна возникала в первые секунды регистрации голограммы. Периодически перекрывая один из интерферирующих пучков и измеряя интенсивность света, восстановленного голограммой, было возможно измерить зависимость дифракционной эффективности голограммы от экспозиции при считывании голограмм на длине волны 0.44 μm непосредственно в процессе записи.

На рис. 1 приведены результаты измерения дифракционной эффективности голограмм при считывании голограмм излучением гелий-кадмиевого лазера во время экспозиции для различных значений концентрации бихромата аммония для слоев толщиной порядка 200 μm . Подобные зависимости получены для слоев с толщинами в диапазоне от 100 до 500 μm . На рис. 2 приведена зависимость максимально достигаемой дифракционной эффективности голограмм двух плоских волн в зависимости от концентрации бихромата аммония для слоев различной толщины при считывании голограмм гелий-кадмиевым лазером на длине волны 0.44 μm . Самые высокие значения величины дифракционной эффективности получены на слоях толщиной порядка 200 μm . Максимальная дифракционная эффективность приближается к 40% при средней экспозиции 30 J/cm^2 . Это позволяет оценить чувстви-

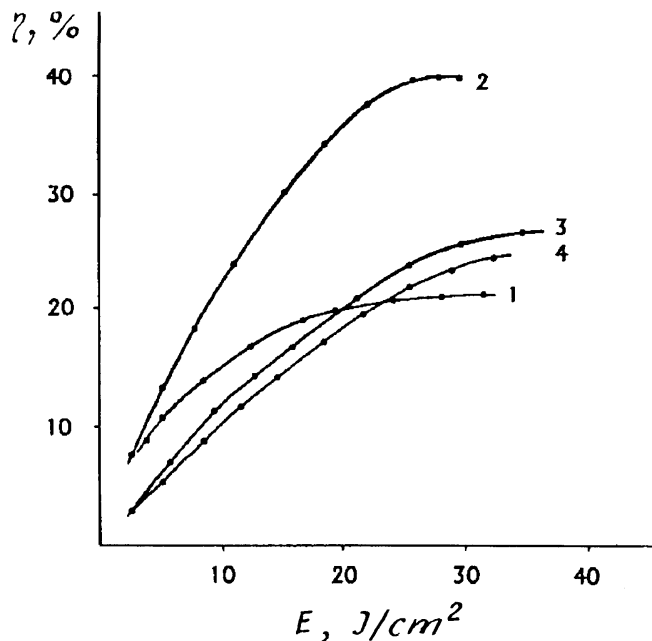


Рис. 1. Зависимость дифракционной эффективности голограмм (η) двух плоских волн от экспозиции (E) излучением гелий-кадмиевого лазера для слоев бихромированного желатина толщиной порядка $200 \mu m$ с различной концентрацией бихромата аммония (в процентах от веса сухого желатина): 1 — 1.25, 2 — 2.5, 3 — 3.0, 4 — 4.0.

тельность толстослойного, содержащего глицерин бихромированного желатина приблизительно равной $5 J/cm^2$, что близко к чувствительности толстослойных материалов реоксан [4] и предложенного нами ранее гелеобразного бихромированного желатина [5,6]. Используя теория связанных волн Когельника [7], на основе экспериментальных данных о дифракционной эффективности голограмм, пропускании и толщине слоев возможно оценить изменение показателя преломления в слоях бихромированного желатина под воздействием излучения гелий-кадмиева лазера. Максимальные значения изменения преломления для исследованных слоев принадлежат интервалу $0.0001 - 0.0004$.

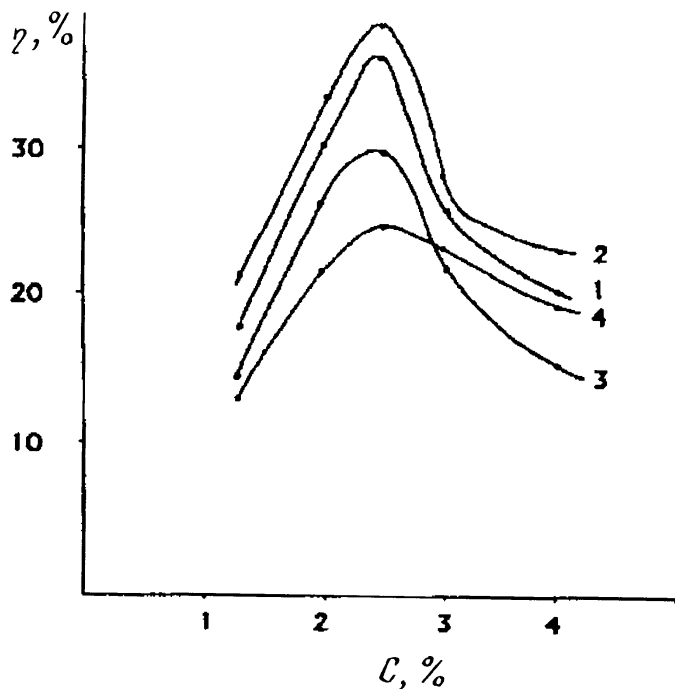


Рис. 2. Максимально достигаемая дифракционная эффективность (η) в зависимости от концентрации бихромата аммония (C) для слоев различной толщины (в микронах): 1 — 150, 2 — 200, 3 — 300, 4 — 400.

Считывание голограмм при угле Брэгга в процессе записи голограмм производилось также излучением гелий-неонового лазера. На рис. 3 представлена зависимость максимально достигаемой дифракционной эффективности голограмм в зависимости от концентрации бихромата аммония при считывании гелий-неоновым лазером (кривая 1) и гелий-кдмиевым лазером (кривая 2) для образцов толщиной порядка 200 μm .

Увеличение угла встречи интерферирующих пучков при записи голограммы приводит к уменьшению величины максимально достижимой дифракционной эффективности до 20, 6 и 2% для углов между интерферирующими пучками 20, 30 и 40° соответственно. Если счи-

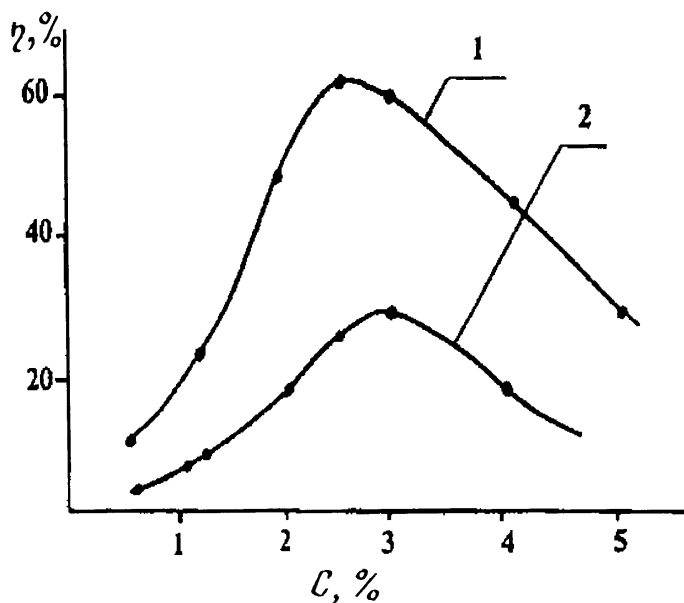


Рис. 3. Максимально достигаемая дифракционная эффективность голограмм (η) в зависимости от концентрации бихромата аммония (C) при считывании излучением гелий-неонового лазера (кривая 1) и гелий-кадмиевого лазера (кривая 2) на слоях толщиной $300 \mu\text{m}$.

тать значение дифракционной эффективности, равное 1% , достаточным, то разрешение самопроявляющегося толстослойного бихромированного желатина можно принять равным 1200 mm^{-1} .

Предложенный толстослойный светочувствительный материал наряду со свойством самопроявления скрытого изображения за счет сохранения в высушенном слое желатина молекул воды в комплексах с глицерином имеет также практически неограниченное время хранения зарегистрированных на нем голограмм двух плоских волн без заметного уменьшения их дифракционной эффективности. Рассмотренный светочувствительный материал достаточно прост в изготовлении и дешев.

Работа проведена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 97-02-18285) и фонда CRDF (грант RE2-162).

Список литературы

- [1] *Денисов Ю.Н., Ганжерли Н.М., Маурер И.А., Писаревская С.А.* // Письма в ЖТФ. 1997. Т. 23. В. 4. С. 62–65.
- [2] *Sherstyuk V.P., Malov A.H., Maloletov S.M., Kalinkin V.V.* // Proc. SPIE. 1989. V. 1238. P. 2101–2105.
- [3] *Shankoff T.A.* // Appl. Opt. 1968. V. 7. P. 2101–2105.
- [4] *Денисюк Ю.Н., Савостьяненко Н.А., Васильева Е.И.* // Опт. и спектр. 1988. Т. 65. В. 1. С. 244–247.
- [5] *Денисюк Ю.Н., Ганжерли Н.М., Маурер И.А.* // Письма в ЖТФ. 1995. Т. 21. В. 17. С. 51–54.
- [6] *Денисюк Ю.Н., Ганжерли Н.М., Маурер И.А.* // Опт. и спект. 1997. Т. 83. № 2. С. 341–344.
- [7] *Kogelnik H.* // The Bell System Technical Journal. 1969. V. 48. P. 2909–2947.