

HF (~10%), наблюдается генерация на переходах  $v$  (1—0). Причем переходы с меньшими  $J$  наблюдаются нерегулярно и только при тщательной начальной очистке фтора. Возможность наблюдения переходов  $v$  (1—0) в этом случае обязана тому, во-первых, что за времена ~0.2 мксек. в результате реакции не успевает наработаться сколь угодно значительного количества HF, и во-вторых, за столь малые времена не возможен значительный нагрев примесного HF и связанного с этим поглощения излучения на переходах  $v$  (1—0) с большими  $J$ .

Более позднее время начала генерации на переходах  $v$  (1—0) связано, по-видимому, с тем, что они обусловлены каскадным переходом с уровня  $v=2$ .

Переходы  $v$  (2—1) с большими  $J$  обусловлены не центральным столкновением атома F с молекулой водорода, что приводит к появлению дополнительного момента вращения образовавшейся молекулы HF.

Отметим, что энергетический выход вынужденного излучения составляет 10% от энергии, вложенной в разряд (~0.6 Дж).

### Литература

- [1] О. М. Батовский, Г. К. Васильев, Е. Ф. Макаров, В. Л. Тальрозе. Письма в ЖЭТФ, 9, 341, 1969.
- [2] Н. Г. Басов, Л. В. Кулаков, Е. П. Маркин, А. И. Никитин, А. Н. Ораевский. Письма в ЖЭТФ, 9, 613, 1969.
- [3] Г. Г. Долгов-Савельев, В. А. Поляков, Г. М. Чумак. ЖЭТФ, 58, 1197, 1970.
- [4] А. С. Насибов, В. Л. Ломакин. ПТЭ, № 3, 123, 1965.

Поступило в Редакцию 25 ноября 1970 г.

УДК 535.417.06+771.5

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФОТОМАТЕРИАЛА ДЛЯ ГОЛОГРАФИИ ПО СКРЫТОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ

М. Г. Гирина и Г. А. Соболев

Большинство приложений голографии предъявляет повышенные требования к фотографическим материалам в отношении их шумовых свойств и разрешения. Поэтому наиболее перспективные для голографии фотоматериалы отличаются высокой разрешающей способностью, низким рассеянием и оптическим качеством поверхности.

Разрешающая способность голографических эмульсий достаточно полно характеризуется функцией передачи модуляции (ФПМ), зарегистрированной в широком диапазоне пространственных частот [1, 2]. Однако понятие ФПМ достаточно ясно и определено лишь в случае регистрации на тонком слое, толщина которого составляет лишь долю периода пространственной частоты. В случае же голограмм на «толстослойных» средах понятие ФПМ становится менее определенным, поскольку образующаяся объемная интерференционная структура содержит целый набор пространственных частот в зависимости от направления отсчета в глубине слоя. К таким средам относится и обычная галодосеребряная эмульсия с толщиной слоя 10—20 мкм при записи достаточно высокочастотных голограмм.

В большинстве случаев достаточно знать дифракционную эффективность фотоэмульсии [1] при определенных нормированных условиях записи голограмм (симметричное падение лучей на фотопластинку при записи, выбранный тип проявителя и режим фотообработки). К сожалению, интерференционная методика измерения дифракционной эффективности и ФПМ используется обычно в случае падения пучков с одной стороны фотослоя, затруднено сопоставление этих данных со случаем записи голограмм, реконструируемых в белом свете, поскольку в последнем случае используется другой режим фотообработки [2].

Возможность сопоставимой регистрации дифракционной эффективности в более широком диапазоне пространственных частот следует из голографической методики исследования скрытого изображения [4]. В этом случае простейшая голограмма (интерференция двух плоских пучков) регистрируется в эмульсии при различных пространственных частотах. Хотя образующаяся в эмульсии решетка скрытого изображения весьма слаба, сигнал от нее легко регистрируется фотоприемником за счет использования когерентного суммирования сигнала по достаточно большой апертуре. Регистрация сигнала может производиться и в процессе записи голограммы (исследование кинетики роста скрытого изображения), но более удобно наблюдать и регистрировать слабое световое пятно в фокусе линзы при перекрытии соответствующего пучка. Естественно использовать эту методику для регистрации сигнала скрытого изображения

при разных пространственных частотах, что позволяет построить полную кривую дифракционной эффективности фотоматериала.

Исследования проводились на простой интерферометрической установке, схема которой приведена на рис. 1. Особенностью этой установки является возможность измерения скрытого изображения по методике, описанной ранее [4]. Отношение интенсивности интерферирующих пучков было выбрано 1 : 5. Измерение сигнала скрытого

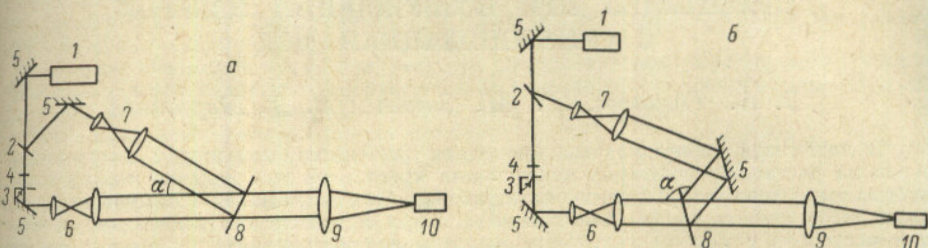


Рис. 1. Схема интерференционной установки для измерения дифракционной эффективности скрытого голографического изображения, образуемого при падении пучков с одной стороны фотопластинки (а) и с двух сторон фотопластинки (б).

1 — лазер, 2 — полупрозрачное зеркало, 3 — заслонка, 4 — нейтральный фильтр, 5 — зеркала, 6, 7 — коллиматоры, 8 — фотопластинка, 9 — линза, 10 — фотоумножитель.

изображения проводилось путем перекрытия одного пучка после проведения экспозиции определенной энергией и регистрации интенсивности другого восстановленного пучка, фокусируемого на фотоумножитель ФЭУ-51. При этом в случае падения лучей с одной стороны фотопластинки использовалось расположение деталей, приведенное на рис. 1, а, в случае падения лучей с двух сторон — рис. 1, б. Измерения проводились для углов от 30 до 130° на прозрачных фотопластинках ПЭ-1 [4], гиперсенсibilизированных 0.5%-м раствором триэтанолamina и помещенных в иммерсионную кювету. Поскольку наибольший интерес представляет быстро спадающая часть кривой дифракционной эффективности, то она и была наиболее подробно исследована (рис. 2). Значения для углов от 30 до 90° сняты при падении пучков с одной, для углов от 90° до 130° с разных сторон фотопластинки.

По методу Корнфельда [5] с надежностью  $P=0.9$  была установлена эмпирическая формула для кривой дифракционной эффективности, допустимой для фотопластинок ПЭ-1 из одной и той же партии полива

$$\eta = 1.093 - 0.002\alpha - 0.000033\alpha^2 \pm 0.03.$$

Следует отметить, что приведенная кривая (рис. 2) достаточно полно характеризует свойства данного голографического фотоматериала, что связано со следующими обстоятельствами: широким диапазоном пространственных частот, полным исключением ошибок, связанных с выбором неоптимального проявителя и режима обработки; отсутствием трудностей, связанных с выбором рабочей точки на характеристической кривой, благодаря использованию весьма слабого сигнала; автоматическим без юстировок выполнением условия Вульфа—Брэгга для «толсто-слоистых» эмульсий.

Это может служить основанием использовать для оценки качества голографического фотоматериала кривую дифракционной эффективности, регистрируемую по сигналу скрытого изображения.

Аналогичный спад кривой дифракционной эффективности установлен и на проявленных фотопластинках ПЭ-1 [6].

#### Литература

- [1] А. Н. Зайдель, В. Б. Константинов, Ю. И. Островский. Ж. научн. и прикл. фотогр. и кинематогр., 11, 381, 1966.
- [2] A. A. Friesem, A. Kozma, G. F. Adams. Appl. Optics, 6, 851, 1967.
- [3] Ю. Н. Денисюк. ДАН СССР, 144, 1275, 1962.
- [4] Г. А. Соболев, Н. И. Кириллов. Тр. Междунар. конгресса по голографической науке, М., 1970.
- [5] М. И. Корнфельд. ДАН СССР, 103, 213, 1955; Усп. физ. наук, 85, 533, 1965.
- [6] Г. А. Соболев, В. А. Макеев. Тр. Междунар. конгресса по голографической науке, М., 1970.

Поступило в Редакцию 28 ноября 1970 г.