

ложительный параметр [ϵ_r , ϵ_i]. На рис. 2 сплошной линией показано точное, штриховой — восстановленное решение.

Результаты модельного восстановления зависимостей $\sigma(\epsilon_r)$ по контуру линии флуоресценции следует расценивать как вполне обнадеживающие и, таким образом, экспериментаторам уместно рекомендовать постановку таких измерений $I_B(\nu)$, по которым можно было бы предпринять определение $\sigma(\epsilon_r)$ в абсолютной метрике и с погрешностью, не превышающей 10—15%.

Авторы благодарны Э. К. Краулине и С. Я. Лиеше за полезные обсуждения задачи.

Литература

- [1] M. Czajkowski, L. Krause. Can. J. Phys., 52, 2228, 1974.
- [2] Э. К. Краулина, В. А. Круглевский. В сб.: Сенсibilизированная флуоресценция смесей паров металлов. Латв. ГУ, вып. 6, Рига, 1977.
- [3] J. Brochard, R. Vetter. J. Phys., 38, 121, 1977.
- [4] E. C. Whipple. Phys. Fluids, 15, 988, 1972.
- [5] E. C. Whipple. J. Chem. Phys., 60, 1345, 1974.
- [6] E. C. Whipple, T. E. van Zandt, C. H. Love. J. Chem. Phys., 62, 3024, 1975.
- [7] А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. Наука, М., 1974.
- [8] А. В. Крянев. ДАН СССР, 210, 20, 1973.
- [9] А. Е. Булышев, Г. А. Ведерников. В сб.: Физическая газодинамика, ИТПМ, Новосибирск, 1976.

Поступило в Редакцию 18 января 1978 г.

УДК 535.317.1 : 548.0

ОТРАЖАТЕЛЬНЫЕ ГОЛОГРАММЫ НА КРИСТАЛЛАХ NaCl-Ca

А. Н. Кравец, М. К. Касымов и А. В. Чуманов

В работах [1-5] показана возможность записи объемных амплитудно-фазовых пропускающих голограмм на окрашенных кристаллах NaCl-Ca с дифракционной эффективностью (ДЭ) 5—8% и пространственной частотой f до 700 лин./мм. В настоящей работе исследована температурная зависимость кинетики ДЭ отражательных голограмм с $f=7.1 \cdot 10^3$ лин./мм. Голограммы записывали He—Cd лазером ЛГ-31 (441.6 нм), работающим в одномодовом режиме.

Пластины $10 \times 15 \times 1$ мм³ выкалывали из монокристалла NaCl+0.27% Ca и окрашивали рентгеновским излучением (трубка БХВ-7-Cu, 15 кВ, 50 мА) при температуре 20° С в течение 20 мин до оптической плотности 2.5 ($\lambda=441.6$ нм). Средняя глубина окрашенного слоя составляла 150 мкм. Окрашенный кристалл помещали в специальный держатель с печкой и нагревали в темноте со средней скоростью 0.5° С/с. Во время записи голограммы температуру кристалла стабилизировали с точностью 0.1° С. После записи кристалл охлаждали со средней скоростью 1° С/с. С помощью полупрозрачного зеркала луч лазера делили на два луча одинаковой интенсивности 5 мВт/см². Луч I падал на окрашенную поверхность кристалла под углом $\theta_1=6^\circ$, луч II — на неокрашенную поверхность кристалла под углом $\theta_2=5^\circ$ (угол схождения лучей 169°). Считывание голограммы производили во время перекрытия луча II при помощи вращающегося диска с сектором. При этом луч I, отраженный от поверхности кристалла, шел под другим углом, чем дифрагированный луч, интенсивность которого измерялась ФЭУ-51, работавшим в линейном режиме. Кинетику ДЭ записывали шлейфовым осциллографом Н-105 на ленту шириной 120 мм. Калибровку ФЭУ проводили с помощью компенсационного теплоприемника из 60 терморпар и набора светофильтров с известным пропусканием.

На рисунке приведены зависимость максимального значения ДЭ голограммы от температуры кристалла (кривая 1) и кинетика ДЭ при 100° С (кривая 2). При 100° С затраты энергии на достижение 1% ДЭ составляли $H=25$ мДж/см², а максимального значения ДЭ (1.65%) — 40 мДж/см². Зависимость $\ln H$ от $1/T$ К оказалась линейной, что свидетельствует об активационном характере процесса записи голограмм с энергией активации 0.52 эВ. Нагрев кристалла выше 100° С приводит к его термообесцвечиванию [2], что уменьшает ДЭ, поэтому температура 100—110° С является оптимальной.

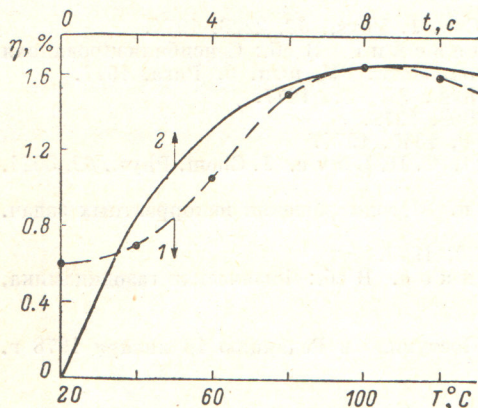
Пространственная частота голографической решетки в нашей схеме равна [6]

$$f = \frac{2}{\lambda} \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_2} = 7.1 \cdot 10^3 \text{ лин/мм},$$

где $n=1.56$ — показатель преломления кристалла.

Полуширина кривой угловой селекции голограммы, записанной при 100°C и охлажденной до 23°C , составляла $2\Delta\theta_{1/2}=50'$, поэтому толщина голограммы приближенно равна [6] $d \approx \lambda/4 \Delta\theta_{1/2} \sin \theta_1 = 145 \text{ мкм}$, т. е. близка к средней глубине окрашенного слоя.

Исследование спектров поглощения кристалла показало, что при $\lambda=441.6 \text{ нм}$ средняя оптическая плотность в голограмме $D=0.59$, а оптическая плотность «фона», обусловленного наложением на F -полосу



Зависимость максимального значения ДЭ отражательной голограммы от температуры окрашенного кристалла NaCl-Ca (1) и зависимость ДЭ от времени экспозиции при 100°C (2).

$c = \cos 6^\circ / \cos 4^\circ \approx 1$ для нашей схемы записи и $D_1 = D$ значение ДЭ должно быть равно [6]

$$\eta_1 = 1/(2 + \sqrt{3}) \operatorname{ctg} h \frac{\sqrt{3}}{2} D)^2 = 3.10\%.$$

При $D/D_1=2$ η_1 уменьшается до 0.64% , т. е. становится значительно меньше наблюдаемого значения — 1.65% . Модуляция оптической плотности сопровождается [1-4] модуляцией показателя преломления с амплитудой $n_1 = \gamma D_1/d$, где $\gamma = 1.7 \cdot 10^{-5} \text{ см}$. При $D/D_1=2$, т. е. $D_1=0.3$, $n_1=3.4 \cdot 10^{-4}$, тогда ДЭ фазовой отражательной непоглощающей решетки равна [6]

$$\eta_2 = \operatorname{tg} h^2 (\pi n_1 d) \lambda \cos \theta_1 = 12.20\%.$$

Наличие поглощения приводит [6] к уменьшению η_2 до 3.5% . Таким образом, можно предположить, что полученные отражательные голограммы являются амплитудно-фазовыми, причем $D/D_1 > 2$.

Длительное хранение голограмм в темноте (больше месяца) при комнатной температуре не сопровождается уменьшением их ДЭ.

Литература

- [1] А. Н. Кравец, П. Д. Березин. Опт. и спектр., 41, 634, 1976.
- [2] А. Н. Кравец, А. А. Жаксалькова, Ф. С. Кравец. Ж. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр., № 5, 359, 1976.
- [3] П. Д. Березин, И. Н. Компанец, А. Н. Кравец. Опт. и спектр., 42, 180, 1977.
- [4] P. D. Beresin, I. N. Kompane, A. N. Graves. III Internationale Tagung Laser und ihre Anwendungen. Dresden, 1977.
- [5] А. Н. Кравец, М. К. Касымов, А. В. Чуманов. Опт. и спектр., 43, 1180, 1977.
- [6] H. Kogelnik. Bell Syst. Tech. J., 48, 2909, 1969.

Поступило в Редакцию 7 февраля 1978 г.