

- [5] А. М. Губанов. Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по физике и генераторам низкотемпературной плазмы. Алма-Ата, 1970.
 [6] А. Н. Тихонов. ДАН СССР, 151, 501, 1963.
 [7] В. Н. Страхов. Ж. выч. мат. и мат. физ., 10, 204, 1970.
 [8] I. Kovács. Rotational structure in the spectra of diatomic molecules. Akadémiai kiadó, Budapest, 1969.
 [9] А. М. Губанов. Ж. прикл. спектр., 12, 794, 1970.
 [10] W. Benesch, J. T. Wanderslice, C. G. Tilford, P. G. Wilkinson. Astrophysical J., 144, 408, 1966.
 [11] W. Benesch, J. T. Wanderslice. Astrophysical J., 142, 1227, 1965.
 [12] В. С. Афанасьев, А. Н. Варгин, Е. С. Трехов. Сб. «Физика газоразрядной плазмы», вып. 2, 62. Атомиздат, М., 1969.

Поступило в Редакцию 22 сентября 1970 г.

УДК 535.317.1

ДИФРАКЦИОННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБЕЛЕННЫХ ГОЛОГРАММ

А. А. Вербовецкий и В. Б. Федоров

Дифракционная эффективность амплитудных голограмм на фотослоях обычно не превосходит нескольких процентов. Один из методов ее увеличения основан на получении из амплитудных голограмм фазовых голограмм [1-4] путем отбеливания фотоэмульсионного слоя. Он заключается в преобразовании проявленных серебряных зерен эмульсии в прозрачные компаунды с показателем преломления, отличающимся от показателя преломления желатины. Эффективность восстановления таких голограмм теоретически может достигать 100% [1, 2].

Для выявления влияния различных типов отбеливателей и проявителей на максимально достижимую эффективность на фотопластинках записывалась дифракционная решетка, получающаяся методом интерференции двух плоских волн. В качестве когерентного источника использовался одномодовый гелий-неоновый лазер ЛГ-36 с длиной волны излучения 0.63 мкм. Интенсивность интерферирующих пучков была одинаковой. Фотопластинки ориентировались перпендикулярно биссектрисе угла между пучками. При восстановлении голограммы освещались одним из этих пучков. Дифракционная эффективность η определялась как отношение интенсивности дифрагированного света в максимуме первого порядка к падающему на голограмму.

В экспериментах использовались отечественные высокоразрешающие фотопластинки типа ВР, сенсibilизированные к красному свету. Химическая обработка фотопластинок сводилась к следующему. После экспонирования фотопластинки проявлялись при температуре 21°С (5 мин.) в проявителе Д-19 или в проявителе Д-94 (12 мин.), промывались в дистиллированной воде (2 мин.), полностью отбеливались, окончательно промывались в проточной воде (10 мин.) и затем высушивались на воздухе. Стадия фиксации из процесса химической обработки фотопластинок исключалась. Были исследованы три различных типа отбеливателей, рецепты которых приводятся ниже.

1. Хромовый отбеливатель: 5 г $K_2Cr_2O_7$ и 5 мл концентрированной H_2SO_4 на 1 л дистиллированной воды [3].

2. Железосинеродистый отбеливатель: 8 г $K_3Fe(CN)_6$ и 7 г КВг на 1 л дистиллированной воды [4].

3. Отбеливатель R-10: раствор А—20 г $(NH_4)_2Cr_2O_7$ и 14 мл концентрированной H_2SO_4 на 1 л дистиллированной воды; раствор Б—92 г КВг на 1 л дистиллированной

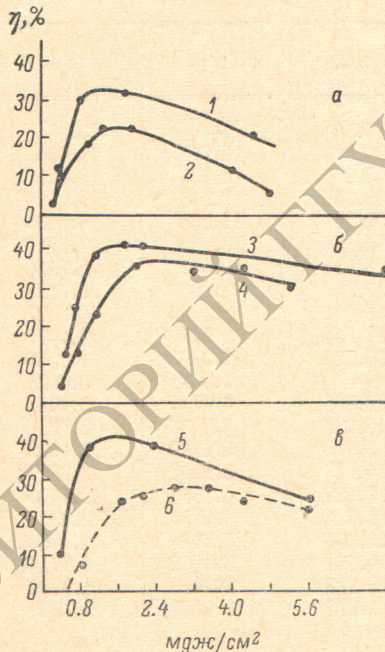


Рис. 1. Дифракционная эффективность отбеленных голограмм в зависимости от экспозиции.

а — хромовый отбеливатель: 1 — проявитель Д-19, 2 — проявитель Д-94; б — железосинеродистый отбеливатель: 3 — проявитель Д-19, 4 — проявитель Д-94; в — проявитель Д-19, 5 — отбеливатель R-10, 6 — железосинеродистый отбеливатель, угол между лучами при съемке 50°.

воды; перед отбеливанием одна часть раствора А смешивается с одной частью раствора Б и разбавляется в 10 частях дистиллированной воды [4].

После отбеливания в хромовом отбеливателе голограммы становились прозрачными; в случае использования двух других отбеливателей приобретали молочный оттенок.

Экспериментально полученные зависимости дифракционной эффективности голограмм от экспозиции для различных проявителей и отбеливателей изображены на рис. 1. Угол между интерферирующими пучками, за исключением штриховой кривой на рис. 1, в, был выбран равным 30° . При таком угле на фотопластинке регистрировалась дифракционная решетка, имеющая 830 штр./мм. Как видно из приведенных зависимостей, на эффективность голограмм сильное влияние оказывает длительность экспонирования. Следует также отметить, что максимальная эффективность достигается при

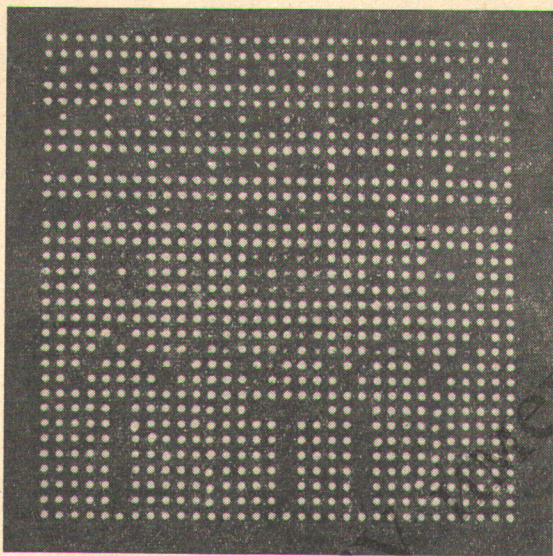


Рис. 2. Действительное изображение дискретной информации, восстановленное с фазовой голограммы диаметром около 1 мм, при отбеливании железосинеродистым отбеливателем.

экспозициях, значительно превышающих необходимые экспозиции для амплитудных голограмм.

Лучшие результаты по эффективности (41%) достигнуты при обработке фотослоев проявителем Д-19 и железосинеродистым отбеливателем R-10. Оба отбеливателя формируют компаунды с большим показателем преломления AgBr ($n=2.25$) [4]. При использовании железосинеродистого отбеливателя без KBr получаются голограммы с очень низкой эффективностью. Применение железосинеродистого отбеливателя предпочтительно по сравнению с R-10, так как он проще в приготовлении, а эффективность голограмм в меньшей степени зависит от экспозиции.

При восстановлении голограмм, отбеленных в железосинеродистом отбеливателе, наблюдалось следующее распределение интенсивности света: дифрагированный свет в максимуме первого порядка — 41%, прошедший свет (нулевой порядок дифракции) — 6%, отраженный свет — 10%, поглощенный и рассеянный — 43%.

Кривая в на рис. 1 получена при угле между интерферирующими лучами 50° (регистровалась дифракционная решетка с 1300 штр./мм). Наблюдающееся на такой пространственной частоте уменьшение дифракционной эффективности соответствует спаду ЧКХ для неотбеленных фотослоев.

Железосинеродистый отбеливатель был опробован для получения фазовой голограммы транспаранта с дискретной информацией, содержащей примерно 10^3 белых точек на черном фоне. В отличие от описанных выше экспериментов запись голограмм проводилась с использованием сходящегося предметного и плоского опорного пучков. Фотопластинка располагалась вблизи плоскости фокусировки сходящегося пучка. Диаметр голограммы был примерно равен 1 мм.

На рис. 2 приведено восстановленное изображение транспаранта, полученное с использованием фазовой голограммы. Эффективность фазовой голограммы примерно в 4 раза превосходила эффективность амплитудной при хорошем качестве (контрастности) изображения.

Одной из наиболее важных характеристик восстановленного изображения, содержащего дискретную информацию, является отношение интенсивностей света «белых» и «черных» точек. Измерение этого отношения производилось с помощью перемещаю-

щегося в плоскости изображения ФЭУ, задиафрагмированного малым отверстием. Для отбеленных фазовых голограмм отношение интенсивностей на всей площади действительного изображения находилось в пределах 50–100. Эффективность восстановления голограмм с дискретной информацией была меньше, чем в случае голограмм типа простой дифракционной решетки. Это объясняется прежде всего неполной распределенностью записи транспаранта по полю голограммы. При более распределенной записи эффективность восстановления голограмм с дискретной информацией может быть существенно повышена.

Литература

- [1] Ю. Н. Денисюк. *Опт. и спектр.*, 15, 522, 1963.
 [2] С. В. Burckhardt. *J. Opt. Soc. Am.*, 57, 601, 1967.
 [3] Н. Kiemle. *Optics Technology*, 5, 1969.
 [4] J. Upatnieks, С. Leonard. *Appl. Opt.*, 8, 85, 1969.

Поступило в Редакцию 12 октября 1970 г.

УДК 539.194.01

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИК СПЕКТРОВ БЕНЗОНИТРИЛА, БЕНЗОНИТРИЛА-d₅ И ФЕНИЛАЦЕТИЛЕНА

К. М. Данчинов, А. Н. Родионов, Е. А. Гаспилович и Д. Н. Шигорин

В литературе накоплен большой экспериментальный материал по колебательным спектрам исследуемых соединений [1–3]. Однако решения задач о нормальных колебаниях в этих работах не были выполнены, так что предложенная ими интерпретация колебательных спектров не подкреплялась теоретическим расчетом. Поэтому решение механической задачи (с последующим использованием ее результатов для определения электрооптических параметров вышеуказанных молекул) представляет несомненный интерес.

Расчеты проводились на ЭВМ «Минск-22» с использованием метода и программы Грибова [4]. На рисунке приводятся равновесные конфигурации и система естественных координат бензонитрила (I) и ацетиленовой группы (II) фенилацетилена.

Геометрические параметры взяты из [5, 6]

$$I. \quad \rho_{(C-C)} = 1.40, \quad \rho_{(C-H)} = 1.08,$$

$$\rho_{(C-C)} = 1.44 \text{ и } \rho_{(C=N)} = 1.15 \text{ \AA},$$

$$II. \quad \rho_{(C-C)} = 1.46, \quad \rho_{(C=C)} = 1.20,$$

$$\rho_{(=C-H)} = 1.06 \text{ \AA}.$$

Равновесные конфигурации и система естественных координат бензонитрила (I) и ацетиленовой группы (II) фенилацетилена.

Кроме того, были использованы следующие значения масс атомов: $m_C = 12.01$, $m_N = 14.0$, $m_H = 1.008$ при значениях единичных длин связей и масс, равных 1 Å и 1 а. е. м.

В литературе известно несколько силовых полей, удовлетворительно описывающих экспериментально измеренные частоты бензола и его алкил-, галоидо- и металлпроизводных [7–13]. Нами для бензольного кольца была выбрана система силовых постоянных из [13], удовлетворяющая дополнительным экспериментальным данным (значения для королисовых постоянных в C₆H₆ и C₆D₆ близки к экспериментально измеренным). В связи с использованием этого поля были введены следующие модифицированные координаты:

$$\varphi_1 = \frac{1}{2} (\alpha_1 - \beta_1), \quad \varphi_2 = \frac{1}{2} (\alpha_2 - \beta_2), \quad \varphi_3 = \frac{1}{2} (\alpha_3 - \beta_3), \quad \varphi_4 = \frac{1}{2} (\alpha_4 - \beta_4),$$

$$\varphi_5 = \frac{1}{2} (\alpha_5 - \beta_5), \quad \varphi_6 = \frac{1}{2} (\alpha_6 - \beta_6).$$