

ОСЕВАЯ СИЛА СВЕТА ЗЕРКАЛЬНЫХ УГОЛКОВЫХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ

Угловые отражатели (УО) в форме трехгранных углов ($\pi/2$, $\pi/2$, π/s , s — целые четные числа) обладают свойством возвратного отражения, что позволяет использовать их в задачах, где применяется традиционный прямоугольный УО ($s=2$) [1—3]. В [2] исследована важнейшая энергетическая характеристика — осевая сила света (интенсивность в центре дифракционной картины) призмных УО полного внутреннего отражения (ПВО) и показано, что для фиксированного показателя преломления она тем выше, чем больше число s . Для расширения углового диапазона возвратного действия отражающие грани призмных УО металлизуют или используют полые УО с зеркальными отражающими гранями [4—6]. УО таких типов незначительно изменяют состояние поляризации падающего на них излучения, однако уступают призмным УО ПВО по доли возвращаемой энергии (коэффициенту отражения). В данной работе исследована осевая сила отраженного света зеркальных УО в зависимости от материала покрытия зеркал и длины волны излучения.

Излучение, отраженное рассматриваемыми УО, представляет собой суперпозицию пространственно разнесенных коллинеарных пучков, каждый из которых соответствует своему способу распространения излучения внутри отражателя и выходит из своего сектора рабочей апертуры [7, 8]. В УО ($\pi/2$, $\pi/2$, π/s) существует $2s+2$ способа распространения исходного падающего пучка света, при этом он, испытав $s+1$ -кратное переотражение от боковых граней, выходит в противоположном направлении.

Считаем, что линейно-поляризованное излучение падает на зеркальный УО в направлении главной оптической оси, составляющей равные углы $\alpha = \arctg[\cos(\pi/2s)]$ с боковыми ребрами УО. Рабочая апертура, ограниченная вытянутым шестиугольником (правильным шестиугольником при $s=2$) [7], состоит из $2s+2$ секторов, границы которых совпадают с проекциями ребер УО и их зеркальных изображений в боковых гранях в направлении падающей волны на плоскость, перпендикулярную этому направлению. Для определения хода пучков внутри УО использовалась методика, разработанная в [9]. Комплексные показатели преломления металлов для различных длин волн взяты из [10].

Изменение амплитудно-фазовых характеристик падающей волны зависит от последовательности отражения волн от граней. Поэтому каждый сектор рабочей апертуры УО, работая как отдельный оптический элемент, формирует отраженную волну со своим состоянием поляризации. Для определения комплексных амплитуд поля в плоскости выходного зрачка УО использовался матричный метод Джонса [4, 6, 11]. Действие отражателя в создании поля в дальней зоне обусловлено интерференцией $2s+2$ отраженных пучков. В соответствии с интегралом, описывающим дифракцию Фраунгофера, интенсивность в центре дифракционной картины определяется выражением [2, 12]:

$$I = \left| \sum_{i=1}^{2s+2} \frac{S_i}{S_0} E_{is}^{\text{вых}} \right|^2 + \left| \sum_{i=1}^{2s+2} \frac{S_i}{S_0} E_{ip}^{\text{вых}} \right|^2, \quad (1)$$

где $E_{is}^{\text{вых}}$, $E_{ip}^{\text{вых}}$ — амплитуды ортогональных компонент вектора Джонса волны, выходящей из i -го сектора рабочей апертуры, S_i — площадь i -го сектора рабочей апертуры, S_0 — площадь всей рабочей апертуры УО. Здесь использована нормировка, согласно которой $I=1$, если дифракция происходит на отверстии равновеликой площади S_0 .

Линейно-поляризованный падающий свет в общем случае преобразуется в эллиптически поляризованный [7, 8]. При этом осевая сила света (1) не зависит от значений азимута поляризации входного излучения [2]. Зависимости осевой силы света (1) от длины волны в нм для зеркаль-

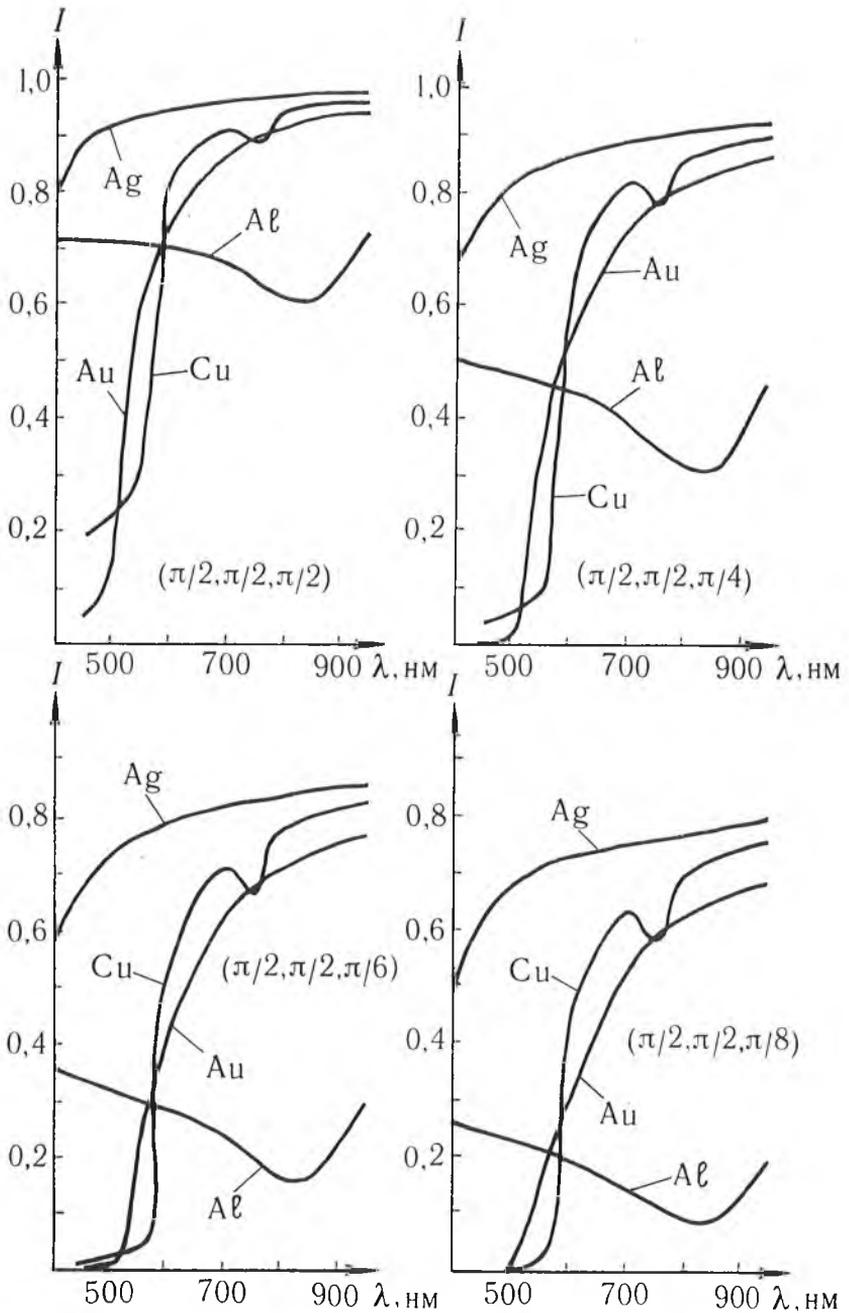


Рис. 1. Зависимости осевой силы выходящего излучения от длины волны входного линейно-поляризованного света

ных УО с $s=2, 4, 6, 8$, выполненных из серебра, алюминия, золота и меди, показаны на рис. 1. Из него видно, что с увеличением s значения осевой силы света уменьшаются, хотя характер зависимостей от длины волны сохраняется. Наилучшим материалом для любых s и λ является серебро.

Коэффициент отражения для i -го сектора рабочей апертуры УО определяется по формуле [4]:

$$R = \frac{I_{\text{вых}}}{I_{\text{вх}}} = \frac{\langle E_{is}^{\text{вых}} \rangle^2 + \langle E_{ip}^{\text{вых}} \rangle^2}{\langle E_s^{\text{вх}} \rangle^2 + \langle E_p^{\text{вх}} \rangle^2}, \quad (2)$$

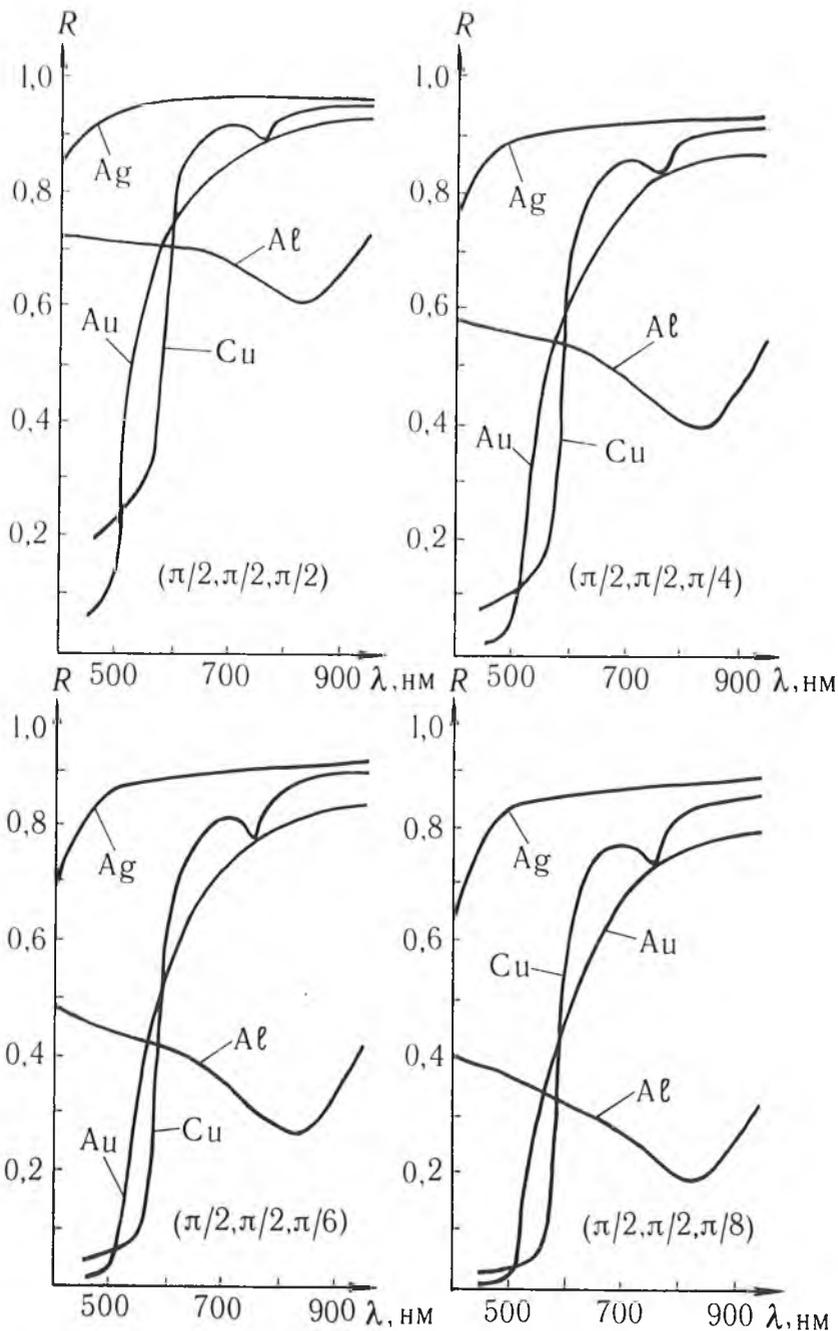


Рис. 2. Зависимости коэффициента отражения от длины волны входного линейно-поляризованного света

где $I_{\text{вх}}$ и $I_{\text{вых}}$ — интенсивности входного и выходного пучков света, $E_s^{\text{вх}}$ и $E_p^{\text{вх}}$ — амплитуды ортогональных компонент вектора Джонса входного пучка. Сами векторы Джонса в (1) и (2) имеют вид:

$$\vec{E}_{\text{вх}} = \begin{pmatrix} E_s^{\text{вх}} \\ E_p^{\text{вх}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha_{\text{вх}} \\ \sin \alpha_{\text{вх}} \end{pmatrix}, \quad \vec{E}_{\text{вых}} = \begin{pmatrix} E_{is}^{\text{вых}} e^{i\delta_{\text{вых}}} \\ E_{ip}^{\text{вых}} \end{pmatrix} = C^{(i)} \vec{E}_{\text{вх}}. \quad (3)$$

Здесь $\alpha_{\text{вх}}$ — азимут поляризации входного пучка, $\delta_{\text{вых}} = \delta_{is}^{\text{вых}} - \delta_{ip}^{\text{вых}}$ — сдвиг фазы между $E_{is}^{\text{вых}}$ и $E_{ip}^{\text{вых}}$, $C^{(i)}$ — матрица поляризационного действия i -го сектора рабочей апертуры УО (матрица Джонса), которая по-

лучается в результате перемножения матриц, описывающих поляризационные свойства отдельных граней [7, 8].

На рис. 2 представлены зависимости средних коэффициентов отражения зеркальных УО от длины волны излучения. Усреднение проводилось по азимуту поляризации падающего излучения в каждом из $2s+2$ вариантов отражения, затем определялся средний коэффициент отражения. Зависимость R от азимута поляризации падающего излучения невелика. Разброс значений не превышает 4%. Такой же порядок имеет разброс значений в зависимости от варианта отражения. С ростом s отклонения R от среднего значения увеличиваются. Из сравнения рис. 1 и 2 видно, что функциональные зависимости $R(\lambda)$ и $I(\lambda)$ схожи между собой.

Таким образом, по энергетическим характеристикам зеркальные УО с $s \neq 2$ в ряде случаев незначительно уступают традиционному прямоугольному УО. В то же время по надежности работы в случае сборки их в панели и блоки они превосходят прямоугольный отражатель. Отсюда вытекает перспективность использования всего семейства зеркальных УО ($\pi/2, \pi/2, \pi/s$) в оптическом и СВЧ приборостроении.

Список литературы

1. Процко С. В., Титов А. Д., Ханох Б. Ю. / А. с. 1425565 СССР // БИ. 1988. № 35. С. 175.
2. Процко С. В., Титов А. Д. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. № 21. С. 8.
3. Процко С. В., Титов А. Д. // Измерительная техника. 1990. № 4. С. 19.
4. Коротаев В. В., Панков Э. Д. // Оптико-механическая промышленность. 1981. № 1. С. 9.
5. Денисюк Г. В., Корнеев В. И. // Там же. 1982. № 12. С. 1.
6. Ламекин П. И. // Там же. 1988. № 1. С. 14.
7. Процко С. В., Титов А. Д., Ханох Б. Ю., Хапалюк А. П. // Изв. вузов. Приборостроение. 1990. Т. 33. № 3. С. 71; № 4. С. 75.
8. Процко С. В., Титов А. Д. // Оптико-механическая промышленность. 1990. № 6. С. 32.
9. Процко С. В., Титов А. Д. // Изв. вузов. Приборостроение. 1989. Т. 32. № 2. С. 54.
10. Розенберг Г. В. Оптика тонкослойных покрытий. М., 1958. С. 312.
11. Барковский Л. М., Борздов А. Н., Борздов Г. Н., Камач Ю. Э., Овчинников В. М. // Оптико-механическая промышленность. 1985. № 6. С. 23.
12. Вирник Я. З., Герасимов В. Б., Сагалович А. Я., Садовская Л. В., Хижняк А. И. // Укр. физ. журн. 1985. Т. 30. № 5. С. 688.

Поступила в редакцию 26.10.90.

УДК 535.37

*И. М. ГУЛИС, А. И. КОМЯК,
Ю. И. МИКСЮК, В. А. ЦВИРКО*

ПИКОСЕКУНДНАЯ СТАДИЯ ФОТОПРОТОЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ В ПРОТОННЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ: МОДЕЛЬ, НЕЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОСТЬ, ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ

Раствор красителя, в котором протекает фотопротолитическая реакция, может рассматриваться как неоднородная система в смысле существования в нем набора разных по долевого весу ансамблей с различными временами фотореакции вплоть до сверхкоротких, соответствующих непосредственно элементарному акту фотопереноса протона. В эксперименте такая неоднородность раствора может проявиться лишь для ансамблей с достаточно короткими временами реакции (короче времени реорганизации, «перемешивания» ансамблей). Поэтому одним из аспектов неоднородности раствора красителя, связанной с протекающей в нем фотопротолитической реакцией, является довольно грубое, но удобное в плане анализа экспериментальных данных, разбиение ансамблей на