

ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ ЗАПИСЬ СИНГУЛЯРНЫХ ГОЛОГРАММ В РАСТВОРЕ КРАСИТЕЛЯ РОДАМИН 6Ж

Д. В. Горбач, С. А. Назаров, О. Г. Романов, А. Л. Толстик

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: sanazarov@tut.by

Интерференционная картина двух когерентных волн ортогональной поляризации (линейной или круговой) имеет постоянную интенсивность, но обладает периодически модулированными поляризационными состояниями в соответствии с разностью фаз записывающих голограмму волн [1]. Получившееся световое поле индуцирует в растворах сложных органических соединений (красителей) периодическую модуляцию комплексного показателя преломления, при этом реализуются условия поляризационной голографической записи [2]. Поляризационные многоволновые взаимодействия в растворах красителей позволяют управлять в реальном времени состоянием поляризации дифрагированной волны [3].

В настоящей работе проведён теоретический анализ записи поляризационной решётки в случаях, когда сигнальная $\vec{E}_s$ и опорная $\vec{E}_r$ волны имеют ортогональные поляризации (линейные или круговые). Также приведены результаты экспериментальных исследований состояния поляризации дифрагированной волны при четырёхволновом взаимодействии, реализованном на поляризационной динамической решетке.

Суммарное поле сигнальной и опорной световых волн можно представить в виде [4]:

$$\vec{E} = \begin{bmatrix} p_x \cos \omega t + i q_x \sin \omega t \\ p_y \cos \omega t + i q_y \sin \omega t \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где ω - частота световых волн, t - время, p и q в случае малого угла между сигнальной и опорной волной ($2\theta < 5^\circ$) задаются выражениями⁴:

$$\begin{bmatrix} p_x \\ p_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |A_{sx}| \cos(\vec{k}_s \vec{r} + \varphi_{sx}) + |A_{rx}| \cos(\vec{k}_r \vec{r} + \varphi_{rx}) \\ |A_{sy}| \cos(\vec{k}_s \vec{r} + \varphi_{sy}) + |A_{ry}| \cos(\vec{k}_r \vec{r} + \varphi_{ry}) \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} q_x \\ q_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |A_{sx}| \sin(\vec{k}_s \vec{r} + \varphi_{sx}) + |A_{rx}| \sin(\vec{k}_r \vec{r} + \varphi_{rx}) \\ |A_{sy}| \sin(\vec{k}_s \vec{r} + \varphi_{sy}) + |A_{ry}| \sin(\vec{k}_r \vec{r} + \varphi_{ry}) \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где A – соответствующие компоненты амплитуд световых волн, $\vec{k}_s$ и $\vec{k}_r$ - волновые вектора сигнальной и опорной волн соответственно.

Используя выражение (1), можно определить состояние поляризации суммарного светового поля в области перекрытия сигнального и опорного пучка.

На рис. 1 представлены пространственные распределения параметров эллипса поляризации суммарного светового поля при сингулярном сигнальном и гауссовом опорном пучках с плоским волновым фронтом.

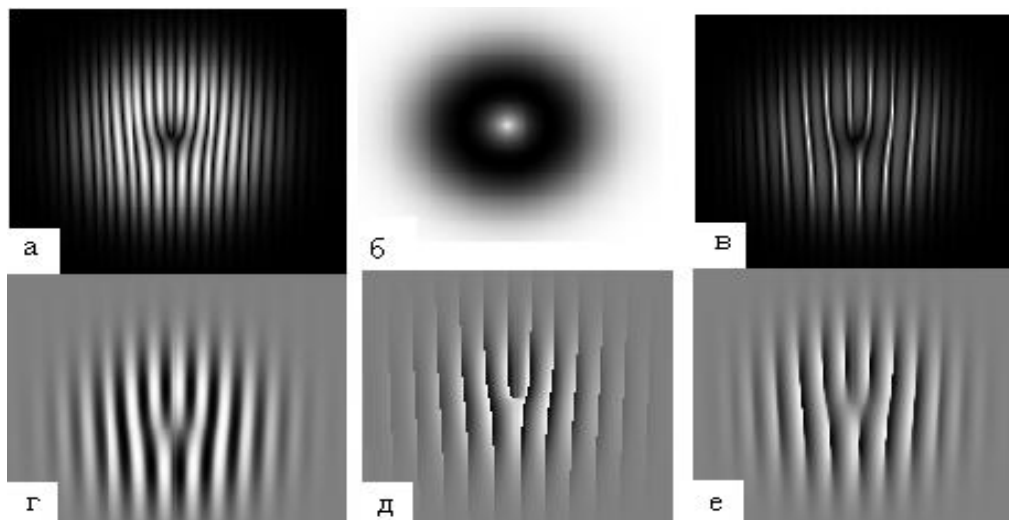


Рис. 1. Распределение угла наклона (а, б, в) и отношения полуосей эллипса поляризации (г, д, е) динамической решетки, записанной волнами с ортогональной линейной поляризацией (а, г), круговой поляризацией (б, д) и одной линейной и одной круговой поляризацией (в, е)

Видно, что в области перекрытия световых пучков формируются пространственно-периодические распределения параметров эллипса поляризации суммарного поля. Решетка эллиптичности для ортогональных линейных поляризаций характеризуется удвоенной пространственной частотой по отношению к решетке угла наклона эллипса поляризации (а, г) [5]. При взаимодействии волн с ортогональными круговыми поляризациями не происходит записи решетки эллиптичности, которая зависит только от соотношения интенсивностей сигнальной и опорной волн (б, д). В случае, когда сигнальная волна имеет круговую поляризацию, а опорная линейную решетка эллиптичности имеет двойную структуру, а решетка угла наклона эллипса поляризации более резкие максимумы (в, е). Наличие в поляризационных картинах вилообразных дислокаций, характерных для интерферограмм интенсивности сингулярных световых пучков, объясняется неопределенностью фазы в центре сигнального пучка [5].

На рис. 2 представлены результаты экспериментального исследования поляризационных динамических решеток с использованием схемы четырехволнового взаимодействия (ЧВВ), когда решетка, записанная двумя волнами, считается третьей линейно

поляризованной волной, в результате чего образуется четвертая (дифрагированная) волна.

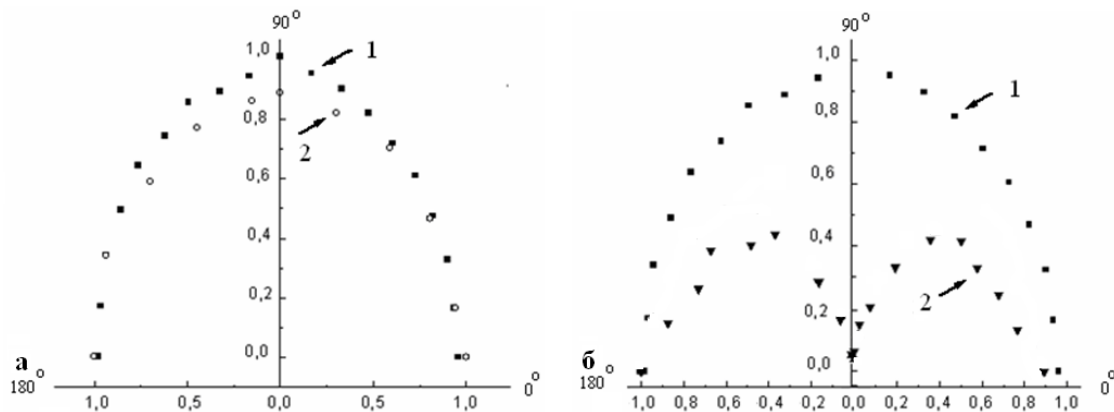


Рис. 2. Индикатриса состояния поляризации дифрагированной волны при ЧВВ; *а*: 1 – круговое состояние поляризации, 2 – состояние поляризации дифрагированной волны при ортогональных круговых поляризациях записывающих голограмму волн; *б*: 1 – круговое состояние поляризации, 2 – состояние поляризации дифрагированной волны при круговой поляризации сигнальной и линейной поляризации опорной волны

Как видно, при взаимодействии волн с ортогональными круговыми поляризациями, дифрагированная волна приобретает круговую поляризацию (рис. 2, *а*). При считывании решетки, записанной сигнальной волной с круговой поляризацией и опорной волной с линейной поляризацией, поляризация дифрагированной волны становится эллиптической (рис. 2, *б*).

1. Hiroshi O., Emoto A., Kawatsuki N., Hasegawa T. // Optics Express. 2003. V. 11, № 19. P. 2379–238.
2. Blanche P.-A., Lemaire Ph. C., Maertens C. et al. // Optics Communications. 2000. V. 185, P. 1–12.
3. Cheng X., Dub Y., Zhang Y. et al. // Optics Communications. 2012. V. 285, P. 4507–4514.
4. Huang T., Wagner K. H. // IEEE J. Quantum Electron. 1995. V. 31, P. 372–390.
5. Романов О. Г., Горбач Д. В., Толстик А. Л. // Оптика и спектроскопия. 2013. Т. 115, № 3. С. 383–388.