

Аналог эффекта Тальбота для дифракции на вилкообразных решетках Иконников Д.А., Мысливец С.А., Архипкин В.Г., Вьюнышев А.М.

Институт физики им. Л.В. Киренского, ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Исследована дифракция света в ближней зоне на вилкообразных решетках. В области непосредственно за решёткой наблюдалось пространственно упорядоченное вдоль оси распространения распределение интенсивности света, характерное для эффекта Тальбота. Было обнаружено, что совокупность оптических сингулярностей образует две винтовые линии, закрученные вокруг направлений на ± 1 дифракционные порядки.

Ключевые слова: эффект Тальбота, вилкообразные решётки, оптические сингулярности.

Для периодических структур хорошо известен эффект самовоспроизведения картины дифракции в ближнем поле через равные расстояния – эффект Тальбота [1]. Одной из особенностей эффекта является самовосстановление (self-healing), то есть восстановление периодического распределения интенсивности за периодическим объектом с локальным нарушением периодичности структуры [2-3]. Вилкообразные решетки, часто используемые для генерации оптических вихрей [4-5], характеризуются наличием дислокации в пространственно-периодической структуре, что позволяет рассматривать их как частный случай упомянутых выше периодических решеток с локальным нарушением периодичности. Наличие трансляционной симметрии вилкообразных решеток приводит к формированию дискретного набора дифракционных максимумов в дальней зоне, а наличие дислокации приводит к тому, что свет в каждом из этих максимумов приобретает топологический заряд зависящий от номера максимума и величины дислокации. Представляет интерес рассмотреть дифракцию на вилкообразной решетке в ближней зоне и исследовать наличие эффекта Тальбота или его аналога для таких решеток.

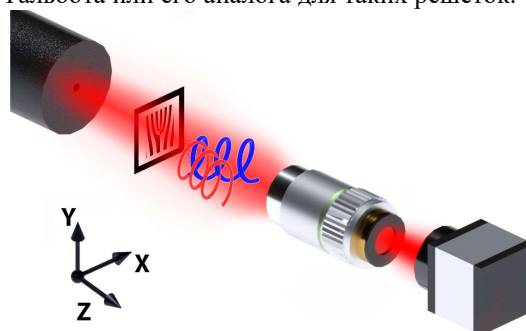


Рис. 1. Иллюстрация эксперимента. Ансамбли оптических сингулярностей противоположного знака образуют винтовые линии за вилкообразной решеткой. Распределение интенсивности дифрагированного света проецируется объективом на ПЗС для анализа.

В данной работе была теоретически и экспериментально исследована ближнепольная дифракция света видимого диапазона на вилкообразных решетках. Показано, что при дифракции на вилкообразной решетке, в ближней зоне формируется пространственно упорядоченное вдоль оси распространения распределение интенсивности света, характерное для эффекта Тальбота на периодических структурах. Сочетание многих порядков дифракции приводит к образованию набора сингулярностей противоположного знака. Было обнаружено, что совокупность оптических сингулярностей образует две винтовые линии, закрученные вокруг направлений на ± 1 дифракционные порядки. Было обнаружено, что эти винтовые линии имеют пространственный период, равный $|p|z_T/2$. Эти результаты показывают, что пространственное поведение оптических сингулярностей, создаваемых вилкообразными решетками, находится в тесной связи с пространственным упорядочением, возникающим из-за эффекта Тальбота.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-12-00203, <https://rscf.ru/project/19-12-00203/>

[1] Wen J., Zhang Y., Xiao M., Adv. Opt. Photon., **5**, 83, (2013).

[2] Dammann H., Groh G., Kock M., Appl. Opt., **10**, 1454, (1971).

[3] Schnébelin C., de Chatellus H. G., Opt. Lett., **43**, 1467, (2018).

[4] Bazhenov V., Vasnetsov M., Soskin M., JETP Letters, **52**, 429, (1991).

[5] Heckenberg N., Mcduff R., Smith C., Rubinsztein-dunlop H., Wegener M., Optical and Quantum Electronics, **24**, S951, (1992).