

ФОКУСИРОВКА ВЕКТОРНЫХ ПУЧКОВ С АЗИМУТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ДРОБНОГО ПОРЯДКА

С.С. Стафеев, В.Д. Зайцев; ИСОИ РАН, Самарский университет; Самара; Россия

Актуальность

Цилиндрические векторные пучки (ЦВП) получили в настоящее время широкое распространение из-за уникальных свойств, проявляемых ими при острой фокусировке. В частности, с помощью цилиндрических векторных пучков, можно получать фокусные пятна с размерами меньше скалярного дифракционного предела, фокусы с большой глубиной – оптические иглы, световые туннели, цепочки фокусов и т.д. Одним из способов получения цилиндрических векторных пучков – является получение секторных ЦВП с помощью полуволновых пластинок, нелинейных оптических кристаллов, поляризаторов и субволновых решеток. Ранее нами исследовалось влияние количества секторов на результаты фокусировки и было показано, что уже для количества секторов равного шести, отличия с фокусировкой пучка, в котором поляризация изменяется непрерывно, становятся невелики. Однако ранее не поднимался вопрос, каким будут результаты фокусировки, если направление поляризации в различных секторах будет отличаться от запланированного (радиального или азимутального) – поляризация будет «перекручена» или «недокручена» до целого количества оборотов, к примеру, из-за технологических ошибок в изготовлении секторного элемента.

Результаты

На рисунке 1 показано распределение продольной проекции вектора Пойнтинга при изменении порядка пучка от 1,5 до 1,9 (т.е. поляризация «недокручена» до двух полных оборотов ее направления в поперечном сечении пучка).

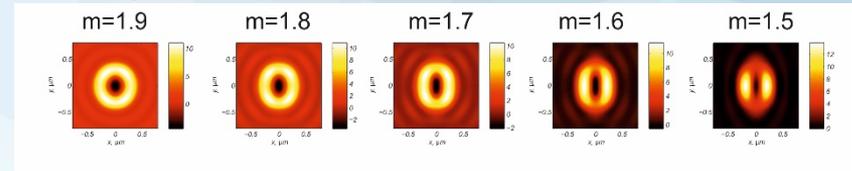


Рис. 1. Распределение продольной компоненты вектора Пойнтинга при фокусировке ЦВП с порядками, изменяющимися от 1,9 до 1,5

Из рис. 1 видно, что при уменьшении порядка m распределение продольной составляющей вектора Пойнтинга S_z приобретает асимметричный вид – кольцо сжимается, а отрицательный поток в центре пропадает. Из рисунка 1 также видно, что небольшие отклонения порядка пучка от $m=2$ не приводят сразу к исчезновению обратного потока энергии на оси. Отрицательные значения продольной компоненты в центре фокусного пятна наблюдаются уже при $m=1,5$.

ФОКУСИРОВКА ВЕКТОРНЫХ ПУЧКОВ С АЗИМУТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ДРОБНОГО ПОРЯДКА

С.С. Стафеев, В.Д. Зайцев; ИСОИ РАН, Самарский университет; Самара; Россия

Результаты

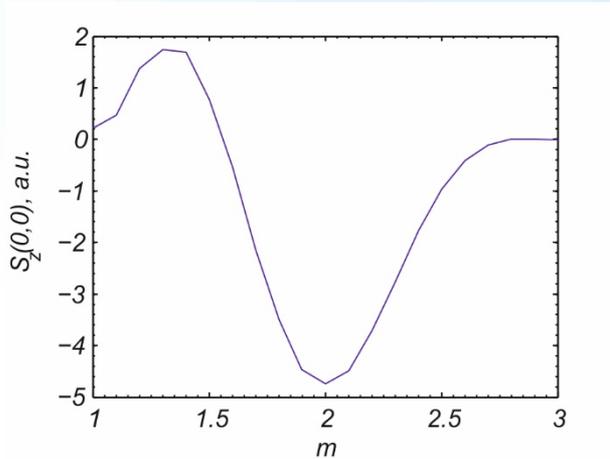


Рис. 2. Величина продольной проекции вектора Пойнтинга $S_z(0,0)$ в центре фокусного пятна при изменении порядка фокусируемого пучка m

Результаты

На рисунке 2 показано изменение S_z в центре фокусного пятна. При отклонении порядка пучка m от целого значения поперечные составляющие вектора Пойнтинга S_x и S_y также становятся ненулевыми, хотя при $m=1$ и $m=2$ они отсутствовали. Поток энергии в плоскости фокуса превращается из ламинарного в турбулентный. В отличие от дробных выраженных центров вращения поперечного потока становится больше (рисунок 3а и 3б).

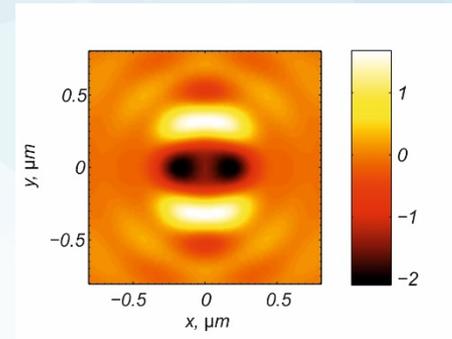


Рис. 3а. Составляющие вектора Пойнтинга S_x в области фокуса при фокусировке пучка с порядком поляризации $m=1,9$

ФОКУСИРОВКА ВЕКТОРНЫХ ПУЧКОВ С АЗИМУТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ДРОБНОГО ПОРЯДКА

С.С. Стафеев, В.Д. Зайцев; ИСОИ РАН, Самарский университет; Самара; Россия

Результаты

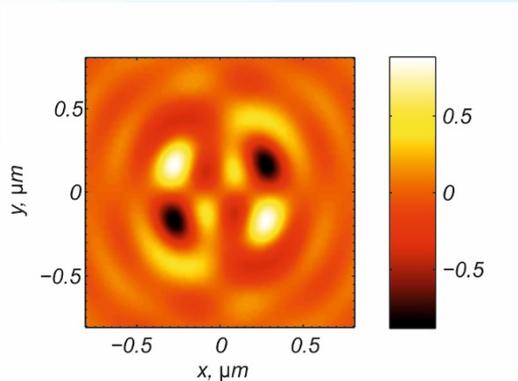


Рис. 3б. Составляющие вектора Пойнтинга S_y в области фокуса при фокусировке пучка с порядком поляризации $m=1,9$

Выводы

При увеличении порядка пучка выше единицы наблюдается ярко выраженные центры, вокруг которых закручен поперечный поток в области фокуса.

– Небольшие отклонения порядка пучка от $m=2$ не приводят к исчезновению обратного потока энергии на оси. Отрицательные значения на оси начинаются от $m=1,5$.

Контакты

zaicev-vlad@yandex.ru



Гранты, основные публикации

1. Guan, J. Transversely polarized sub-diffraction optical needle with ultra-long depth of focus / Opt. Commun. – 2017. – Vol. 404. – P.118–123.
2. Yu, Y. Engineering of multi-segmented light tunnel and flattop focus with designed axial lengths and gaps / Opt. Commun. – 2018. – Vol. 407. – P. 398–401.

Грант РФФИ 18-07-01122, Грант РФФИ 18-07-01380, Грант РФФИ 18-29-20003