

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ
ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ СХЕМЫ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ИСТОЧНИКА НА АОФ**
Беляева А. С. (Национальный исследовательский университет ИТМО)
Научный руководитель –к.т.н, доцент Романова Г. Э.
(Национальный исследовательский университет ИТМО)

Одним из способов получения спектра с возможностью перестройки, что необходимо для исследований объектов в эндоскопии, томографии и др. областях, является использование акустооптического перестраиваемого фильтра вместе с широкополосным источником. Основной особенностью оптической осветительной системы, работающей с акустооптическим фильтром (АОФ), является энергетические потери при согласовании параметров пучка от используемого в схеме источника и акустооптического фильтра. В работе рассмотрены способы увеличения светового потока и повышения эффективности системы, согласующей источник излучения и АОФ.

Введение. Во многих областях науки, таких как спектроскопия, эндоскопия, оптическая когерентная томография, офтальмология, есть необходимость получения выделенной спектральной полосы, а также возможность быстрой перестройки по спектру и отсутствие спекл-структур. Поэтому разработка малогабаритного перестраиваемого широкополосного неполяризованного источника света с возможностью выделения нескольких спектральных полос и регулирование их полуширины является актуальной задачей.

На данный момент существует два основных варианта перестройки по спектру:

1. Механический. В этом случае используется источник с широким спектром излучения и набор отдельных светофильтров. Данный способ является наиболее простым, однако к его основным недостаткам можно отнести ограниченность спектральной фильтрации имеющимся количеством светофильтров и длительное время переключения.
2. Перестраиваемый лазер. Данный способ является точным и быстрым, однако наличие спекл-структур затрудняет получить равномерное освещение на исследуемом объекте.

Альтернативным вариантом существующим способам может являться использование АОФ совместно с источником, генерирующим излучение в широком спектральном диапазоне. АОФ может обеспечить точную, быструю перестройку в диапазоне от 450-900 нм с возможностью выделения одновременно нескольких спектральных линий и регулирование их спектральной ширины. Отсутствие спекл-структур достигается использованием широкополосного неполяризованного источника. Для эффективной работы АОФ с таким источником излучения необходимо использование дополнительной осветительной системы, максимально согласующей параметры источника и фильтра.

Основная часть. При расчете осветительной системы необходимо учитывать основные параметры АОФ: угловая апертура не более 5° , диаметр – около 10 мм. Исходя из инварианта Лагранжа-Гельмгольца можно сделать вывод, что для увеличения эффективности необходимо использовать источник с размерами $\approx 0,23 \times 0,23$ мм при расходимости пучка 110° , или у источника с размерами $1,6 \times 1,6$ мм расходимость пучка должна составлять $\approx 34^\circ$. При этом нужно обеспечить достаточную величину светового потока. На современном рынке можно найти мощные светодиоды с наименьшими габаритами $1,6 \times 1,6$ мм, расходимостью 110° и световым потоком 150 Лм (производитель – компания Cree). Поэтому, как видно из предварительных оценок, обеспечить использование светового потока от такого источника без потерь при работе с АОФ является проблемой.

В ходе работы были рассмотрены различные виды оптических систем:

- Коллимирующая линза, работающая на основе ПВО;

- Увеличение плотности пучка за счет использования дополнительной матрицы линз, зеркал и клиньев;
- Метод комбинирования пучков на основе спектрального объединения.

Эффективность работы оптической осветительной системы определялась из соотношения светового потока, содержащегося в пределах угла 5° на площадке размерами, соответствующими размеру АОФ, к полному световому потоку от источника. Кроме того, оценивалась и абсолютная величина светового потока.

Коллимирующая линза. Эффективность такой системы по результатам расчетов составляет 30%, а с учетом, что перед АОФ устанавливается поляризационная пластина, система будет обладать эффективностью 15%.

Матрица линз и ступенчатые зеркала. Рассмотренный метод не показал значительного выигрыша в эффективности системы: используя матрицу линз и последующее уплотнение ступенчатыми зеркалами, можно уменьшить размер пучка в 2 раза, однако, расходимость пучка увеличивается в два раза.

Методом спектрального комбинирования позволяет увеличить общий световой поток до 800 лм благодаря мощным узкополосным светодиодам и дихроичным светоделителям. Данный метод эффективен при совместном использовании с коллимирующей линзой. Были рассчитаны две системы: в первой использовались только светодиоды, во второй комбинация светодиодов и галогенной лампы.

Система с использованием светодиодов дает неравномерную спектральную кривую и для обеспечения широкого спектрального диапазона от 450 до 850 нм необходимо использовать 9 светодиодов и 8 светоделителей, из-за чего система имеет большие габариты и высокую себестоимость. Использование галогенной лампы позволяет заменить 6 светодиодов от 640 нм до 850 нм, таким образом, габариты системы уменьшаются, спектральная кривая равномернее по сравнению с системой из набора светодиодов, а оптическая мощность с учетом потерь ~300 Лм.

Выводы. Для получения равномерного спектра в диапазоне 450 – 850 нм с возможностью перестройки по спектру, можно использовать комбинацию светодиодов и галогеновой лампы, излучение от которых объединять за счет дихроичных фильтров. Такая система позволяет обеспечить приемлемые габариты осветителя и достаточный световой поток для использования в различных приборах.

Беляева А.С.

Романова Г.Э.
