

УДК 535.317.611, 621.373.826

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА С РАВНОМЕРНОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ

Чеплаков А.Н. (Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет им. А.Н. Туполева)

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Н.К. Павлычева
(Казанский Национальный Исследовательский Технический Университет им. А.Н. Туполева)

Данная работа посвящена исследованию возможности коррекции распределения интенсивности лазерного излучения с помощью двухлинзовой оптической системы Галилея. В данной системе первая линза вносит сферическую абберацию, а вторая возвращает гомоцентричность потоку излучения.

Введение. В настоящее время лазерное излучение используется для решения широкого спектра задач в разных областях промышленности, в частности для сверления, пайки, закалки, обработки поверхностей, маркировки, гравировки. Для более эффективного использования излучения, ему необходимо придать более равномерное распределение интенсивности. Это объясняется тем, что качество обработки материала падает из-за того, что лазерный луч не равномерно обрабатывает всю площадь поверхности, на которую он падает. В данный момент на рынке уже есть предложения, которые способны решить эту проблему, но, к сожалению, имеют достаточно большие габариты и стоимость, что значительно ограничивает установку их на промышленные лазеры.

Основная часть. Известно, что профиль распределения интенсивности лазерного пучка не равномерен, а имеет вид кривой Гаусса, т.е. имеет максимум в центре. Изменить структуру пучка лучей позволяет использование системы Галилея, где положительная линза вносит значительную сферическую абберацию – после прохождения пучка через такую линзу, в центральной части структура пучка лучей практически не изменится, а ближе к краям лучи будут отклоняться к оси тем больше, чем большую сферическую абберацию имеет линза. Установив за положительной линзой отрицательную линзу, имеющую близкое по абсолютной величине и противоположное по знаку значение сферической абберации, получим параллельный пучок с равномерно распределенной интенсивностью. Если увеличение такой телескопической системы Галилея близко к единице, диаметр лазерного пучка практически не меняется. В отличие от телескопической системы Кеплера, в системе Галилея отсутствует действительный фокус, в котором возможен высокотемпературный нагрев случайно попавших частиц.

Проведено исследование разных вариантов в программах автоматического проектирования: OPAL(расчет линз и аббераций) и Zemax (математическое моделирование Гауссова пучка в блоке физической оптики) для твердотельного лазера на кристалле Y3Al5O12, легированном ионами Nd3+ (иттрий-алюминиевый гранат с примесью неодима), который излучает на длине волны $\lambda = 1,06$ мкм и диаметром пучка 6 мм. В качестве примера приведем систему Галилея, состоящую из двух однолинзовых компонентов: положительного объектива, который создает продольную сферическую абберацию и меняет распределение интенсивности, и отрицательного окуляра, который вносит абберацию другого знака. Оптические компоненты будут из стекла с большим показателем преломления.

Выводы. Проведенное исследование показало, что возможна коррекция лазерного пучка с помощью использования простейшей системы Галилея, состоящей из двух однолинзовых компонентов, что приводит к уменьшению падения пучка на краях. Так же по результатам

теоретических расчетов был проведен эксперимент с приближением к расчетным параметрам, это было сделано из-за сложностей в поиске линз с такими показателями кривизны.

Чеплаков А.Н. (автор)

Подпись

Павлычева Н.К. (научный руководитель)

Подпись