

Это же относится к вибрации, вызывающей смещение составляющих проекционной оптической системы деталей, когда фара светит, но ее распределение силы света отличается от заданного в ТНПА, в результате смещения тяжелой линзы.

Чтобы избежать указанных ситуаций и обеспечить устойчивость фар транспортных средств к вибрации и их надежность, предлагается использовать следующие рекомендации при конструировании фар транспортных средств:

1. Максимально облегчить конструкцию фары уже на этапе разработки путем использования полимерных и композитных деталей, где это возможно. Меньшая масса изделия в целом позволяет уменьшить силы, действующие на детали фары при вибрации.

2. Использовать единичные мощные светодиоды в качестве источника света. Такие светодиоды не только имеют сравнительно низкую потребляемую мощность, но и устойчивы к вибрации за счет своего малого размера, массы и отсутствия слабо закрепленных деталей (как, например, нить у лампы накаливания). Матричные светодиоды и многокристальные светодиоды применять нецелесообразно, так как управление каждым из пикселей такого светодиода требует как минимум микроконтроллера в фаре, а стандартом является использование бортового компьютера. Это не позволяет использовать такие фары на транспортных средствах без бортового компьютера.

3. Для концентрации светового потока источника вместо массивных рефлекторов параболической формы из металла использовать детали вторичной оптики по типу концентрирующих неизображающих охватывающих линз или ре-

флекторов из прозрачных диэлектриков, работающих по принципу полного внутреннего отражения. Это позволит избежать потерь светового потока, как на пропускание, так и на отражение (диэлектрики окисляются значительно меньше металлов), а также облегчить конструкцию за счет меньшей плотности диэлектриков по сравнению с металлом. Нагрев светодиода также уменьшится, так как весь световой поток будет расходоваться эффективно. Кроме того, за счет расположения такой линзы близко к светодиоду можно улучшить устойчивость к вибрации в отличие от фар типа BILED.

4. Для тонкой «доводки» светового распределения предлагается использовать тонкостенные рефлекторы из металла, причем толщина стенки рефлектора уменьшается к наружной поверхности фары. Это позволит сформировать резкую светотеневую границу не за счет точно определенного расстояния проекции края шторки, а путем исключения возможности распространения света выше заданного в стандарте направления. Малая масса таких рефлекторов повысит устойчивость фары к вибрации, а развитая поверхность улучшит ее охлаждение без применения активных систем охлаждения.

5. Определить место крепления светодиода на рефлекторе таким образом, чтобы обеспечить положение центра масс всей оптической системы рефлектор-светодиод-линза на оптической оси фары. Это позволит упростить юстировку фары и улучшить устойчивость к вибрации, а также потенциально упростит замену фары в сборе и использование фары на транспортных средствах разных размеров.

УДК 535:628.373.8,535:548

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОНИЧЕСКОГО СВЕТОВОГО ПУЧКА

Рыжевич А.А.^{1,2}, Балыкин И.В.^{1,2}, Хило Н.А.¹, Машенко А.Г.¹, Железнякова Т.А.²

¹Институт физики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

Введение. В [1] было показано, что небесцелые конические световые пучки могут эффективно преобразовываться в азимутально и радиально поляризованные световые пучки [2] и световые поля с винтовыми дислокациями волнового фронта (ВДВФ) [3], имеющие широкие перспективы для применения в оптической диагностике [4] и лазерной обработке материалов [2]. Настоящая работа посвящена исследованию свойств конических световых пучков, которые будет полезно знать при создании источников мощного лазерного излучения с этими особенностями.

Формирование конического светового пучка. Для формирования конического светового пучка использовалась оптическая схема на основе конической линзы (аксикона) (рисунок 1). Распределение интенсивности в коническом световом пучке исследовалось экспериментально и теоретически. Аксикон имеет угол δ при основании и формирует конический световой пучок с половинным углом конусности α . До расстояния z_w (длина зоны существования бесселева светового пучка (БСП)) конический световой пучок считается бесселевым, после прохождения этой

дистанции конический световой пучок принято считать небesselевым.

Для теоретического исследования распределения интенсивности в пучке, формируемом аксиконом, было использовано две модели – одна основана на геометрической оптике, другая – на волновой. Модель, выбранная для волнового расчета по своей природе является численной, поэтому требует задания однозначных граничных условий. В качестве такого условия предлагается следующее – поле, падающее на аксикон, представляет собой гауссов световой пучок. Пространственная составляющая поля в таком случае описывается как

$$E(r) = E_0 e^{-\frac{r^2}{w^2}}, \quad (1)$$

где E_0 – максимальное значение электрического поля, r – радиальная координата, w – полуширина по уровню $1/e$ для поля. Поляризация пучка не рассматривается, поэтому E_0 полагается скаляром равным 1. Временная составляющая поля также не рассматривается. Для интенсивности формула принимает вид

$$I(r) = I_0 e^{-\frac{2r^2}{w^2}}, \quad (2)$$

где I_0 – максимальное значение интенсивности, r – радиальная координата, w – полуширина по уровню $1/e^2$ для интенсивности. Для удобства I_0 полагается равным единице. В численном эксперименте были зафиксированы следующие значения: $w=2,5$ мм, $\lambda=0,633$ мкм. Пример диаметрального распределения интенсивности в световом поле, падающем на аксикон, приведен на рисунке 1.

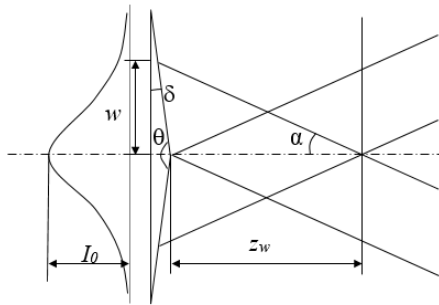


Рисунок 1 – Схема формирования конического светового пучка

Закономерности распространения конического светового пучка. На рисунке 2 показана зависимость пикового значения интенсивности на оси конического пучка от продольной координаты. Рассчитано расстояние z_K , равное $2,192 z_w$, на котором это значение становится равным I_0 . Именно на этом расстоянии уже допустимо располагать всевозможные преобразователи лазерного излучения на основе кристаллов,

чтобы лазерный пучок не разрушал их в области пикового значения интенсивности. На рисунке 3 проведено сравнение продольных распределений пиковых значений интенсивности в приосевом и основном кольцевом максимуме интенсивности.

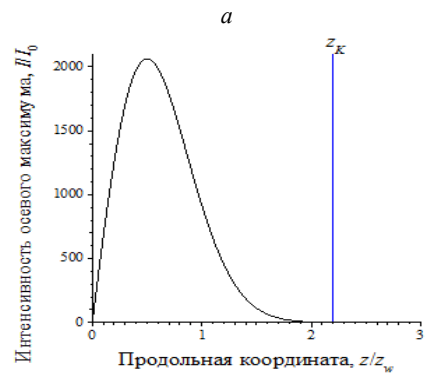
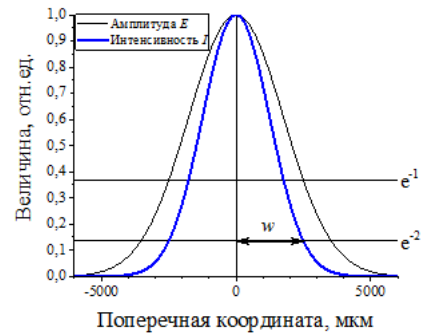


Рисунок 2 – а – диаметрально распределение электрического поля и интенсивности в падающем на аксикон гауссовом световом пучке (полуширина по уровню $1/e^2$ для интенсивности $w = 2 500$ мкм); б – Зависимость приосевой пиковой интенсивности от продольной координаты в коническом световом пучке

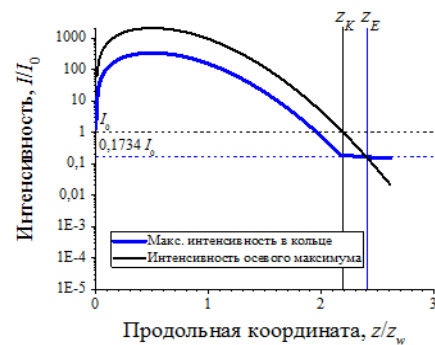


Рисунок 3 – Сравнение продольных распределений пиковых значений интенсивности в приосевом и кольцевом максимумах конического светового пучка

Из рисунка 3 следует, что существует расстояние z_E , на котором эти пиковые значения выравниваются. Это расстояние равно $2,393 z_w$. На рисунке 4 показаны диаметрально и поперечное распределение интенсивности в небesselевом световом пучке на дистанции z_K .

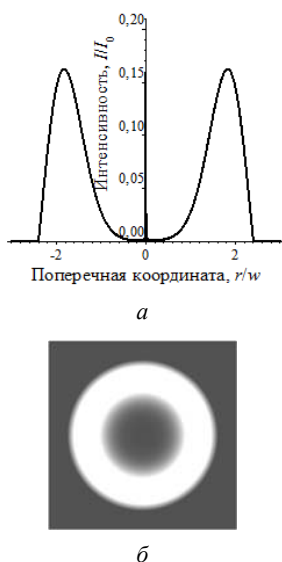


Рисунок 4 – Распределения интенсивности в небесселевом коническом пучке при равенстве пиковых значений интенсивности в осевом и основном кольцевом максимуме:

a – диаметрально; b – поперечное

Расстояние z_E соответствует полуширине исходного пучка по уровню $1,07 \cdot 10^{-5} I_0$, расстояние z_K – по уровню $6,72 \cdot 10^{-5} I_0$. Преобразователи излучения на основе кристаллов предпочтительно располагать на расстоянии z_E от аксикона.

УДК 548.571:535.343.2:658.562.3

СТЕНД ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОВ ТИТАНИЛ ФОСФАТА КАЛИЯ (КТР)

Митьковец А.И.¹, Рыжевич А.А.^{1,2}, Машенко А.Г.¹, Балькин И.В.^{1,2}, Варанецкий А.М.¹

¹ Институт физики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь

² Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь

Введение. В настоящее время одной из актуальных задач лазерной физики является определение параметров кристаллов, используемых для нелинейно-оптического преобразования частоты лазерного излучения.

Постановка задачи. Целью работы являлась разработка, изготовление и внедрение в технологический процесс выращивания и изготовления нелинейных кристаллов оптоэлектронного стенда для измерения коэффициентов преобразования частоты лазерного излучения нелинейными кристаллами КТР, лучевой стойкости кристаллов и их диэлектрических покрытий, оценки величины их нелинейной оптической неоднородности.

Описание стенда. Общий вид стенда представлен на рисунке 1. Конструкция стенда является сборной, переносной и представляет изделие единичного производства. Конструктивное

Благодарности. Работа выполнена в рамках задания 1.1.01 (№ гос. регистрации 20160091) ГПНИ «Фотоника, опто- и микроэлектроника» на 2016-2020 г.г. Для юстировки экспериментальной установки использовались результаты исследований по заданию 1.3.03 (№ гос. регистрации 20160092) этой же ГПНИ.

Литература

1. Рыжевич, А.А. Закономерности преобразования конических лазерных пучков в двуосном кристалле / А.А. Рыжевич, С.В. Солоневич, Н.А. Хило, И.В. Балькин // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-мат. наук. – 2016. – № 1. – С. 107–116.
2. Khilo, N.A. A high-efficient method for generating radially and azimuthally polarized Bessel beams using biaxial crystals / N.A. Khilo, Turki S.M. Al-Saud, Soliman H. Al-Khowaiter, Muhanna K. Al-Muhanna, S.V. Solonovich, N.S. Kazak, A.A. Ryzhevich // Optics Communications. – 2012. – Vol. 285, № 24. – P. 4807-4810.
3. Belyi, V.N. Propagation of high-order circularly-polarized Bessel Beams and vortex generation in uniaxial crystals / V.N. Belyi, N.A. Khilo, N.S. Kazak, A.A. Ryzhevich, A. Forbes // Opt. Eng. – 2011. – Vol. 50, № 5. – P. 1-9.
4. Рыжевич, А. А. Оптические методы определения параметров плоских и цилиндрических поверхностей различного качества / А.А. Рыжевич, С.В. Солоневич, В.Е. Лепарский, А.Г. Смирнов // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2015, спецвыпуск № 2. – С. 34–66.

исполнение стенда обеспечивает удобство эксплуатации, доступ ко всем его узлам и блокам, требующим регулирования и замены в процессе эксплуатации, и защищает содержимое блоков от попадания пыли и грязи.

Блок-схема стенда приведена на рисунке 2.



Рисунок 1 – Общий вид стенда