

Научно-исследовательская работа
Физика

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ ЛАЗЕРОВ С ДИОДНОЙ
НАКАЧКОЙ ДЛЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ
ПРОТЯЖЁННОГО ОБЪЕКТА.**

Выполнила:

Чубова-Белошникова Мария Максимовна

Учащаяся 11 класса

МАОУ СОШ № 2 имени Н. А. Тимофеева, Россия, г. Бронницы

Руководитель:

Ашурбеков Сефер Ашурбекович

*Кандидат технических наук, доцент, педагог дополнительного
образования*

МАОУ СОШ № 2 имени Н. А. Тимофеева, Россия, г. Бронницы

Введение

Оптические дымовые извещатели используются для обнаружения задымления на начальном этапе возгорания для своевременного оповещения о нём.[1-6]

Принцип работы таких извещателей базируется на рассеивании потока света при его прохождении через частицы дыма. Светодиод создаёт световой поток инфракрасного диапазона, который улавливается фотоприёмником. При изменении параметров светового потока, микропроцессор включает сигнал тревоги. [3,4,5]

Линейные извещатели используются в помещениях больших объёмов. Приёмник и излучатель монтируются на противоположных стенах помещения. В известных оптических системах оповещения используется излучения светодиода, которое с помощью собирающей линзы фокусируется на входной торец оптико-волоконного световода, уложенного вдоль стены по периметру. Далее световой поток выводится из световодного жгута и направляется на приёмник излучения, который включает сигнал тревоги при появлении дыма. Недостатки таких систем очевидны: относительно слабое спонтанное излучение светодиода, которое не направлено и не когерентно, с большой угловой расходимостью; необходимость укладки оптико-волоконных линий по периметру объекта; установка дополнительных оптических устройств ввода и вывода светового потока в оптико-волоконный кабель.

1. Представляется перспективным использование в линейных дымовых извещателях вместо светодиодов современные малогабаритные твердотельные лазеры с диодной накачкой с мощностью непрерывного излучения в сотни милливатт с малой угловой расходимостью (менее 1 миллирадиан), что позволит резко повысить эффективность работы системы и отпадет необходимость укладки по периметру оптико-волоконных кабелей.

2. В нашей работе были поставлены задачи:

3. Реализовать методику сборки и сортировки ванадатного инфракрасного лазера с накачкой двумя полупроводниковыми лазерными диодами мощностью непрерывного выходного излучения не менее 150 мВт с угловой расходимостью 1 миллирадиан для использования в системах пожарной сигнализации протяжённых объектов большого объёма. Исследовать оптические характеристики излучателя с применением ПЗС-камеры и компьютера.

4. Спроектировать действующий макет линейного лазерного дымового извещателя для протяжённого объекта.

Основная часть

Результаты:

1. В рамках проекта в исследовательской лаборатории нашей школы разработан твёрдотельный лазер на кристалле ванадата с накачкой двумя полупроводниковыми лазерными диодами на длине волны 1064 нм и отрегулирована методика его сборки и юстировки.

Функциональная схема излучателя представлена на рис.1.

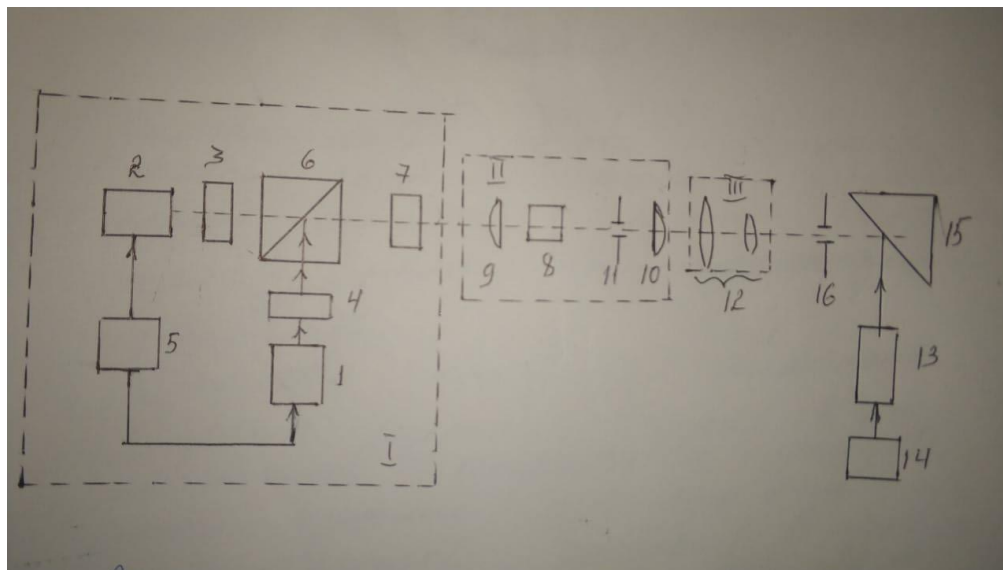


Рис. 1.

Функциональная схема лазерного излучателя и стенда для его сборки и юстировки.

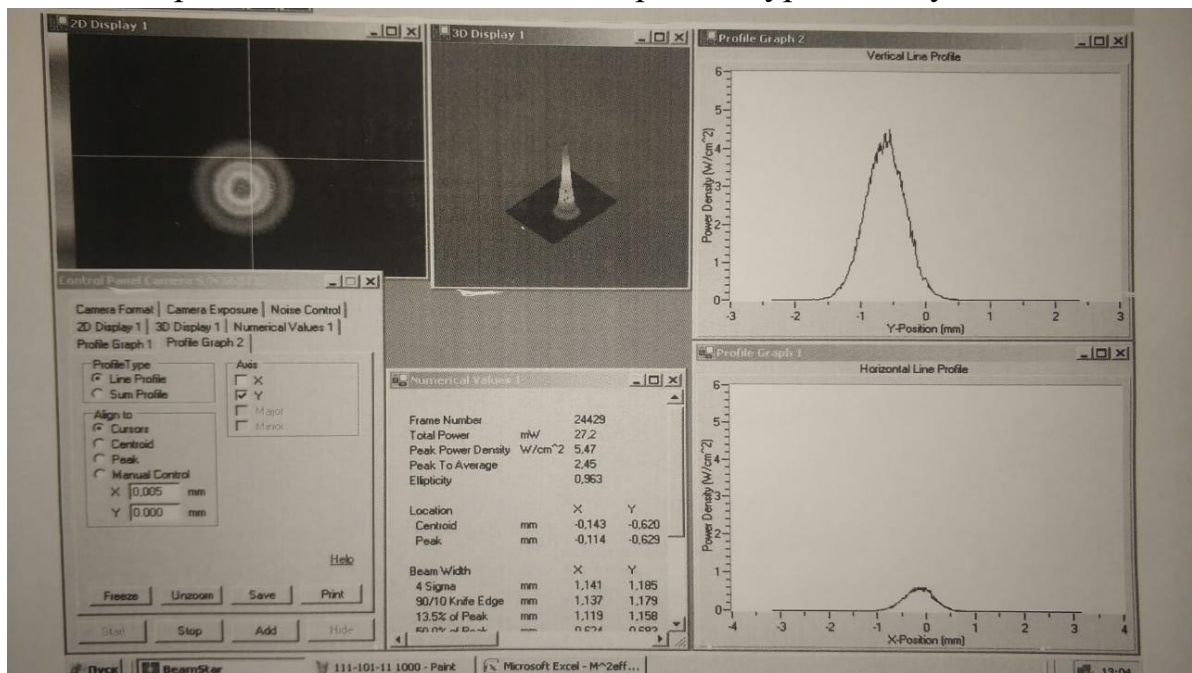
- 1,2 - полупроводниковые лазерные диоды накачки;
- 5 - стабилизированный источник питания 5V;
- 3,4 - конденсаторы;
- 6 - призма-куб;
- 7 - объектив;
- 8 - кристалл ванадата с Nd^{3+} (4*4*4 мм);
- 9 - входное зеркало резонатора с коэффициентом отражения 0.98 для гармоники 1064 нм;
- 10 - выходное зеркало;
- 11 - диафрагма для отсечки поперечных мод более высокого порядка;
- 12 - двухкомпонентный телескоп;
- 13 - юстировочный лазер;
- 14 - блок питания 5V;
- 15 - призма;
- 16 - экран с тонким отверстием.

Конструктивно лазерный излучатель выполнен в виде комбинации корпуса осветителя(1), корпуса резонатора(2) и корпуса телескопа(3). Корпуса осветителя и резонатора размещены на элементах Пельтье. В корпусе осветителя установлены два полупроводниковых лазерных диода(1,2), которые при юстировке могут перемещаться в небольших пределах относительно конденсоров (3,4). Излучение обоих диодов фокусируется с помощью призмы-куба (6) и объектива (7) на кристалле ванадата в медной оправке (8), приклеенной теплопроводящим клеем к основанию корпуса резонатора. В корпусе резонатора вклеены в специальных оправках входные и выходные зеркала (9,10) и диафрагма (11)

Методика

1. Закрепить на стенде юстировочный лазер (13), призму для юстировки луча (15) и экран с тонким отверстием (16). Луч направить параллельно оптической оси и отъюстировать по нему основание излучателя.
2. Закрепить на платформе корпуса осветителя и резонатора.
3. Отъюстировать все оптические элементы осветителя. Сначала призму-куб, затем лазерные диоды и объектив.
4. Отъюстировать лазерный резонатор в такой последовательности: входное зеркало, активный элемент, выходное зеркало, диафрагма.
5. Произвести юстировку телескопа. Направить лазерный пучок в центр неподвижной оправки с линзой, затем медленно вдвигать подвижную оправку с линзой, чтобы в фокусе метровой линзы получилось пятно минимального диаметра. Зафиксировать линзы телескопа. Характеристики собранного лазерного излучателя исследовались с применением ПЗС-камеры и компьютера.

На рис 2. Приведён профиль лазерного пучка на выходе лазера. Диаметр пучка 1.15 мм, расходимость менее 1 миллирадиан, уровень шумов менее 5%.



ис.2.

Структура лазерного пучка на выходе, полученная с помощью ПЗС-камеры на экране компьютера.

Разработанный нами инфракрасный лазер на ванадате с диодной накачкой (1064 нм) позволил создать действующий макет линейной пожарной сигнализации протяжённого объекта с периметром до 100 м.

Лазерный пучок направлен вдоль стены объекта и путем зеркальных отражений проходит весь периметр здания и фокусируется с помощью линзы на фоторезистор ФР1-3 со спектральной чувствительностью 1000-3000 Нм. Лазерный пучок после прохождения всего периметра имеет диаметр менее 1 см и использование фокусирующей линзы перед фоторезистором повышает чувствительность метода.

Вдоль трассы лазерного пучка в наиболее опасных, с точки зрения пожарной безопасности, участках, где сосредоточены электрические щиты и мощные потребители тока, параллельно лазерному пучку на расстоянии 5-10 см от него по стене укладывается полая труба диаметром 50мм, в которую вмонтированы соединённые шлейфом приёмник рассеянного лазерного излучения (фоторезисторы ФР1-3 с фокусирующей линзой с фокусным расстоянием 10 см).

Перед фоторезистором установлен селективный светофильтр, отсекающий свет видимого и ближнего диапазона (400-900 н) для исключения случайного срабатывания сирены при попадании световых бликов.

В качестве извещателя мы использовали миниатюрную сирену пьезоэлектрическую SAS-2154-W-F с рабочим напряжением 6-12 В и мощным агрессивным звуковым сигналом 105 дБ, номинальным током 100 мА.

Рабочая частота 3000-3500 Гц, рабочая температура -40-+60° С.

Макетированный нами лазерный дымовой извещатель включает два канала обнаружения дыма:

1 – интегральное изменение оптического пропускания лазерного пучка при прохождении всей трассы за счёт как поглощения на аэрозолях, так и рассеивания при появлении частиц дыма;

2 – локальное исследование рассеяние лазерного пучка на частицах дыма в наиболее пожароопасных зонах помещения.

Заключение

Результаты испытания модельных очагов пожара свидетельствуют о повышенной чувствительности предложенного нами линейного лазерного извещателя с использованием одновременно двух диагностических физических параметров.

Лазерные извещатели могут работать как с сиреной, так и без неё, с оповещением на центральный пункт охраны.

Список литературы

1. Звелто О. Принципы лазеров., "Мир" 1990 г - с.557
2. Тарасов Л. В. Физика лазера. 2017- с.439
3. Фёдоров В.С. Основы обеспечения пожарной безопасности зданий. М.:АСВ, 2017-с.176

4. Кицак А.И, Лущик А.П. и др.
Конструкция и алгоритмы работы лазерного комбинационного пожарного извещателя.
5. Кицак А. К. Двухканальный оптический дымовой извещатель 2014
6. Прозоров В.М. и др.
Общеканальная система сигнализации. М: Мир, 2015- с.152