

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 614.841

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ДЫМОВОЙ ИЗВЕЩАТЕЛЬ

А.И. КИЦАК

*Белорусский государственный университет
Независимости, 4, Минск, 220030, Беларусь**Поступила в редакцию 2 апреля 2014*

Предложена оптическая схема дымового пожарного извещателя на основе лазерного источника излучения, позволяющая реализовать наряду с традиционным для точечных дымовых извещателей способом обнаружения пожара (по уровню интенсивности излучения, рассеянного частицами дыма) способ, применяемый в линейных дымовых извещателях. Мониторинг состояния среды по двум независимым каналам повышает чувствительность извещателя и надежность обнаружения пожара. Найдены условия, обеспечивающие высокую чувствительность «линейного» канала обнаружения дыма при малой оптической базе. Проведены модельные эксперименты по обнаружению дыма макетом разработанной оптической схемы дымового извещателя.

Ключевые слова: линейный дымовой извещатель, лазерный источник, дым, чувствительность, фокусировка излучения.

Введение

Точечные оптические дымовые извещатели, широко используемые в настоящее время для защиты от пожара жилых помещений небольших размеров, имеют ряд существенных недостатков [1]. Основными из них являются: 1) зависимость чувствительности от средних размеров частиц различных дымов и направления регистрации излучения, рассеянного данными частицами; 2) зависимость времени реагирования от наличия конвективных потоков воздуха и конструктивных характеристик дымовой камеры извещателя. Перечисленные недостатки отсутствуют в линейных оптических дымовых извещателях, реакция на возгорания которых основана на контроле интенсивности проходящего (не рассеянного) через дым излучения. Несмотря на очевидные достоинства данного принципа обнаружения пожара реализация его в извещателях точечного класса на данный момент отсутствует. Проблема заключается в сложности отделения на малых оптических расстояниях проходящего через дым излучения от рассеянного, когда в извещателях используются светодиодные источники излучения. Целью работы является разработка оптической схемы точечного дымового извещателя, позволяющей осуществлять обнаружение пожара по изменению интенсивности проходящего через дым излучения.

Оптическая схема двухканального лазерного дымового извещателя

На рис. 1 изображена предложенная оптическая схема лазерного дымового извещателя [2]. Схема включает модуль источника и два модуля регистрации излучения. Модуль источника состоит из лазера 1, генерирующего излучение с малой угловой расходимостью, прозрачной пластинки 2, отражающей часть излучения на опорный приемник 5, самого опорного приемника 5 и линзы 3, фокусирующей излучение лазера в объем дымовой камеры. Модули регистрации излучения включают собирающие линзы 3, формирующие изображения пятна фокусировки излучения с увеличением, равным 1, в плоскостях вблизи

светочувствительных площадок сигнальных приемников 5, диафрагму 4 в канале регистрации прямопроходящего через дым излучения.

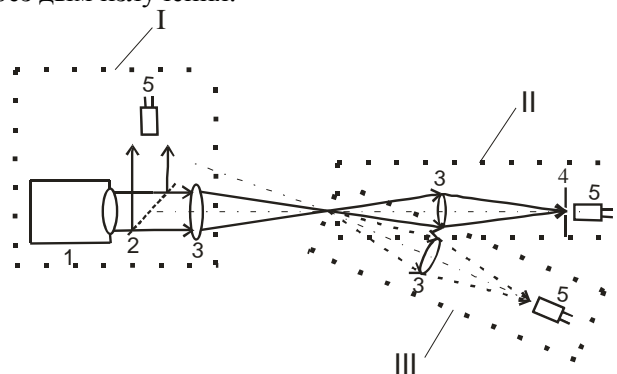


Рис. 1. Оптическая схема лазерного дымового извещателя:

I – модуль источника излучения, II – модуль регистрации прямопроходящего излучения, III – модуль регистрации рассеянного излучения

Модуль источника совместно с модулем регистрации прямопроходящего излучения составляют собственно оптическую схему линейного дымового извещателя. Модуль источника совместно с модулем регистрации рассеянного излучения формируют оптическую схему традиционного точечного дымового извещателя. Таким образом, применение лазерного источника излучения позволяет создать комбинированный оптический дымовой извещатель, состоящий из двух извещателей различного типа действия в одном корпусе. Особенностью оптической схемы такого извещателя является фокусировка излучения источника в ограниченный объем дымовой камеры. Фокусировка излучения позволяет: 1) повысить плотность мощности излучения и тем самым увеличить чувствительность линейного извещателя при его малой базе; 2) ограничить контролируемый объем пространства до размеров, фактически совпадающих с размерами фокальной перетяжки излучения. Данное обстоятельство позволяет снизить вероятность появления ложных тревог, обусловленных воздействием частиц пыли.

Результаты экспериментов

Для исследования функциональных характеристик предложенной конструкции двухканального дымового извещателя был собран его макет. Модуль источника излучения макета состоял из полупроводникового лазера МЛ126-0660-ЛД7 с драйвером стабилизации и модуляции мощности излучения и собирающей линзы. Лазер генерировал излучение с длиной волны $\lambda = 660$ нм и расходимостью $\sim 0,3$ мрад. Средняя мощность излучения составляла ~ 3 мВт. Собирающая линза 3 имела фокусное расстояние $f = 26$ мм. Излучение лазера фокусировалось данной линзой в пятно размером ~ 200 мкм. Модуль регистрации прямопроходящего излучения включал приемную линзу с апертурой ~ 14 мм и фокусным расстоянием $f = 13$ мм, диафрагму с отверстием диаметром ~ 200 мкм и фотоприемник ФД 265А. Фотоприемник включался в цепь усилителя фототока. Модуль приемника рассеянного излучения состоял из собирающей линзы с фокусным расстоянием $f = 13$ мм и приемника излучения ФД 263-01. Приемник излучения подключался к входу усилителя напряжения. Напряжение питания фотоприемников обоих каналов равнялось 4 В. Максимумы их спектральных чувствительностей приходились на 800 нм. Макет включал также модуль цифровой обработки и индикации сигналов. Он был собран на основе 8-битного микроконтроллера PIC16F876A и жидкокристаллического индикатора SC0802A с двумя 8-разрядными регистрами данных и команд. Данные измерений выражались в единицах оптической плотности среды, либо в электрических единицах, пропорциональных мощности регистрируемых излучений.

Основной исследуемой характеристикой макета извещателя являлась его пороговая чувствительность. Под пороговой чувствительностью точечного оптического дымового извещателя обычно понимают минимальное значение удельной плотности дыма, вызывающее изменение регистрируемого сигнала извещателя на величину, превышающую среднее значение собственных шумов усилительного тракта извещателя. Определение чувствительности макета

лазерного оптического дымового извещателя осуществлялось в дымовом испытательном канале с поперечными размерами $500 \times 500 \text{ мм}^2$. Оптическая плотность дыма в канале контролировалось блоком контроля задымленности. Перед определением пороговой чувствительности извещателя дымовой канал проветривался принудительной вентиляцией в течение 30 мин. Скорость потока воздуха в канале устанавливалась равной $(0,2 \pm 0,04) \text{ м/с}$. Температура воздуха в канале поддерживалась на уровне $(27 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Для определения чувствительности макета извещателя он помещался внутрь дымового канала. Осуществлялась его калибровка. Она заключалась в запоминании в регистре памяти микроконтроллера средних значений сигналов на выходе усилителей каналов извещателя в отсутствие дыма. При этом измеряемые значения сигналов для канала регистрации прямопроходящего излучения визуализировались на экране жидкокристаллического индикатора в единицах дБ, а для канала регистрации рассеянного излучения в единицах напряжения, В. Затем в дымовом канале формировалось задымление с применением древесных опилок. Степень задымления оценивалась одновременно по показаниям измерителя удельной оптической плотности дыма дымового канала и значениям сигналов, отображаемых на экране жидкокристаллического индикатора макета извещателя. Наименьшее среднее значение удельной оптической плотности дыма в испытательном канале, вызывающее стабильное отклонение значений сигналов, измеряемых в обоих каналах макета извещателя, от их средних значений, зарегистрированных при калибровке в отсутствие дыма, равнялось $0,11 \text{ дБ/м}$. При этом оптическая плотность дыма, измеренная в канале регистрации прямопроходящего излучения макета извещателя, составила $0,01 \text{ дБ}$. Полученные значения пороговой чувствительности макета извещателя соответствует нормативным требованиям действующего в республике Беларусь стандарта СТБ 11.16.03-2009 «Системы пожарной сигнализации. Извещатели пожарные дымовые точечные. Общие технические условия».

Заключение

Показана принципиальная возможность перехода в точечных оптических дымовых извещателях на более эффективный «линейный» принцип обнаружения возгорания. Предложена конструкция извещателя, обеспечивающая повышенную надежность обнаружения возгорания благодаря наличию двух каналов контроля состояния среды. Разработана оптическая схема извещателя, позволяющая сформировать эффективный алгоритм обработки регистрируемых сигналов для улучшения помехоустойчивости извещателя.

DUAL-CHANNEL OPTICAL SMOKE DETECTOR

A.I. KITSAK

Abstract

The optical scheme of smoke fire detector based on the laser source and which allows to realize method used in linear smoke detectors along with the traditional fire detection method for point smoke fire detectors (after intensity level of emission scattered by particles of smoke) is offered. Monitoring of the environment state by two independent channels increases the sensitivity of the detector and fire detection reliability. The conditions which provide high sensitivity of «linear» channel of smoke detection with low optical base were found. Model experiments to detect the smoke by experimental model of developed optical scheme of smoke fire detector are conducted.

Список литературы

1. Неплохов И.Г. // Грани безопасности. 2008. № 5. С. 23–25.
2. Кицак А.И., Луцкич А.П., Есипович Д.Л., Гамезо А.М. Извещатель пожарный оптический дымовой // Патент РБ на № 9045.