

УДК 614.841

ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ДЫМОВОГО ЛАЗЕРНОГО ОПТОВОЛОКОННОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

А.И. КИЦАК, В.Е. ПОЛЯКОВ, Д.Л. ЕСИПОВИЧ, М. Н. АЛЬШЕВСКИЙ

*Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь
Солтыса 183 а, Минск, 220046, Беларусь*

Поступила в редакцию 16 апреля 2010

Приведено описание конструкции лазерного оптоволоконного дымового извещателя, обеспечивающего повышенную устойчивость к воздействию электромагнитных полей систем пожарной сигнализации, использующих его в качестве средства обнаружения пожара. Обнаружение дыма данным извещателем осуществляется по уменьшению регистрируемой приемником излучения интенсивности светового потока вследствие частичного поглощения и рассеяния его на частицах дыма. Высокая помехоустойчивость системы пожарной сигнализации на базе лазерного оптоволоконного извещателя, обусловлена отсутствием подводящих к извещателю от прибора приемо-контрольных длинных электропроводных линий питания и связи, играющих роль эффективных приемных антенн случайных электромагнитных полей. Изложены результаты апробации работоспособности предложенной конструкции извещателя, свидетельствующие о его высокой чувствительности обнаружения возгорания.

Ключевые слова: лазерный оптоволоконный извещатель, помехоустойчивость, электромагнитное поле.

Введение

Основным требованием, предъявляемым к качеству функционирования современных систем пожарной сигнализации (СПС), является высокая надежность обнаружения пожара и отсутствие ложных тревог. Одной из причин появления ложных тревог является воздействие на чувствительные элементы СПС (входные и выходные каскады усиления извещателей, а также входные каскады приборов приемо-контрольных пожарных (ППКП)) электромагнитных полей различного происхождения. Наиболее частой причиной ложных тревог является реакция ППКП на электромагнитные помехи, наведенные в шлейфе сигнализации. Ввиду того что протяженность шлейфов может достигать сотен метров, напряжение индуцированного импульса помехи иногда составляет десятки, и более вольт.

На данный момент считается, что наибольшей помехоустойчивостью обладают системы пожарной сигнализации с применением автономных извещателей вследствие отсутствия в них шлейфов сигнализации [1]. Следует, однако, заметить, что данное качество автономного извещателя сохраняется только в случае отсутствия преднамеренного искажения передаваемой информации сторонними техническими средствами, работающими на частоте передачи сигнала [2]. В связи с этим актуален поиск новых технических решений, позволяющих обеспечить высокую помехоустойчивость СПС при работе в сложной электромагнитной обстановке. Целью настоящей работы является разработка оптической схемы дымового пожарного извещателя, способного обеспечить устойчивую работу системы пожарной сигнализации в условиях, характеризующихся повышенным уровнем электромагнитных помех.

Оптическая схема дымового лазерного оптоволоконного извещателя

Конструкция извещателя содержит блоки источника и приемник излучения, которые располагаются вдали от контролируемого пространства в корпусе ППКП, изготовленном из хорошо экранирующего материала, и схемотехнически сопрягаются с ним. Блок источника излучения состоит из малогабаритного полупроводникового лазера и короткофокусной линзы для ввода излучения лазера в многомодовое оптоволокно, по которому оно транспортируется к контролируемой зоне. На входе контролируемого пространства формируется параллельный пучок лучей, который, пройдя через контролируемое пространство, направляется в блок приемника одним из двух способов:

1) параллельный пучок отражается оптическим отражающим элементом, установленным на границе контролируемой зоны, по направлению, строго обратному направлению пучка, падающего на него, и пройдя оптоволокно в обратном направлении, частично отражается полупрозрачным зеркалом, расположенным перед линзой излучателя, на приемник;

2) параллельный пучок фокусируется короткофокусной линзой, установленной на границе контролируемой зоны, в дополнительный отрезок многомодового оптоволокна, по которому оно переносится к приемнику излучения.

Способ формирования электрического сигнала о пожаре предлагаемой схемой извещателя аналогичен способу, реализуемому в извещателе пожарном дымовом линейном, т.е. реакция ППКП осуществляется на изменение величины фототока извещателя вследствие изменения (ослабления) интенсивности регистрируемого фотоприемником извещателя прямопрошедшего через дым светового потока.

Оптические схемы описанных модификаций извещателя представлены на рис. 1, 2 соответственно.

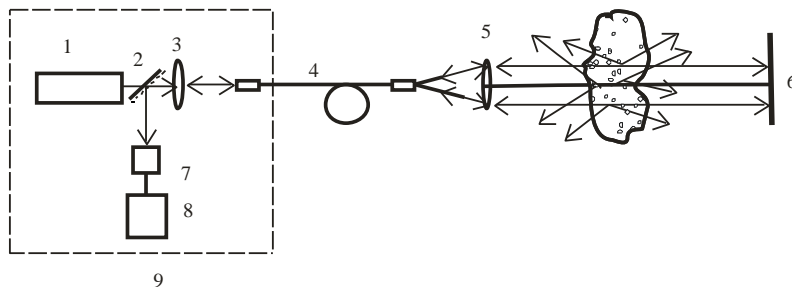


Рис. 1. Оптическая схема двухпроходного дымового оптоволоконного извещателя

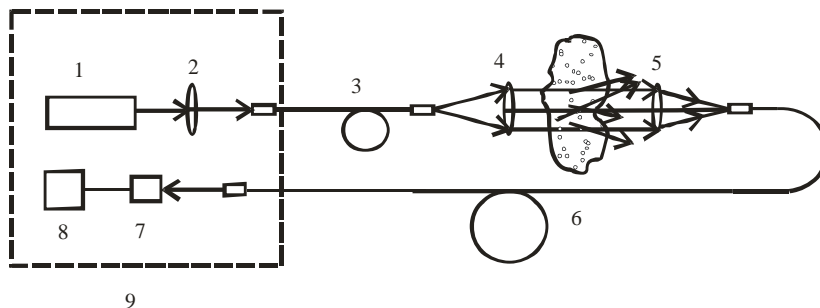


Рис. 2. Оптическая схема однопроходного дымового оптоволоконного извещателя

В первом варианте конструкции извещателя (рис. 1) излучение полупроводникового лазера 1, пройдя полупрозрачное зеркало 2, вводится с помощью короткофокусной линзы 3 в оптоволокно 4. По данному оптоволокну излучение переносится к началу границы контролируемой зоны пространства. Линза 5 формирует параллельный пучок излучения, который передается на светоотражающий элемент (например, плоское зеркало) 6, установленный на другом конце контролируемого пространства. Излучение, отраженное от данного элемента в направлении, строго обратном падающему на него, и не испытывавшее рассеяния на частицах дыма, попадает на линзу 5 и вводится обратно в оптоволокно 4. Пройдя оптоволокно, часть излучения отражается от полупрозрачного зеркала 2 и регистрируется приемником 7, расположенным в корпусе ППКП 9. Излучение, рассеянное на частицах дыма, фильтруется малой апертурой вол-

новодной сердцевины оптоволокну и практически не регистрируется приемником излучения. Во втором варианте (рис. 2) излучение полупроводникового лазера 1 вводится с помощью короткофокусной линзы 2 в оптоволокну 3. По нему излучение переносится к началу границы контролируемой зоны пространства, где с помощью линзы 4 формируется параллельный пучок излучения, который передается на линзу 5, установленную на другом конце контролируемого пространства. Линзой 5 излучение вводится в другой отрезок многомодового оптоволокну 6, по которому оно транспортируется к приемнику 7 и регистрируется им. При появлении дыма происходит ослабление интенсивности излучения, проходящего через задымленную зону вследствие поглощения и рассеяния его на аэрозольных частицах продуктов горения. Уровень данного ослабления постоянно контролируется по разности сигналов, регистрируемых приемниками 7 в отсутствие дыма и при его наличии. Когда ослабление интенсивности излучения достигает определенного значения, называемого порогом, блок обработки 8 выдает сигнал на ППКП, который формирует состояние "Пожар".

Отсутствие длинных электропроводных линий питания и связи, подводимых к источнику и приемнику излучения оптоволоконного извещателя от ППКП, обеспечивает высокую помехоустойчивость СПС, формируемой на базе данного извещателя. При этом дополнительные контролируемые СПС направления могут формироваться от одного мощного источника излучения при помощи стандартных оптоволоконных разветвителей излучения.

Эксперимент

Для апробации работоспособности предлагаемой конструкции извещателя и оценки эффективности обнаружения задымленности был проведен модельный эксперимент по схеме рис. 2. В качестве источника излучения использовался непрерывный полупроводниковый лазер типа ML1016R, мощностью 30 мВт, генерирующий излучение с длиной волны $\lambda_{\text{ср}}=658$ нм. Излучение лазера вводилось в оптоволокну микрообъективом 2 с фокусным расстоянием $f=10$ мм и числовой апертурой, равной 0,3. Для передачи излучения в контролируемую зону использовалось многомодовое оптоволокну 3 из кварца с диаметром сердцевины ~ 60 мкм и длиной ~ 1 м. Параллельный пучок формировался линзой 4 с фокусным расстоянием $f=15$ мм, и числовой апертурой 0,25. Пройдя контролируемую зону пространства, световой пучок заводился в оптоволокну 7 линзой 6 с оптическими параметрами, совпадающими с параметрами линзы 4. Оптические параметры оптоволокну 7 были такими же, как и оптоволокну 3. Длина его равнялась 100 м. Приемником излучения служил фотодиод типа ФД-24, соединенный с запоминающим осциллографом С8-38. Имитация задымленности осуществлялась введением в световой пучок между линзами 4 и 6 нейтральных фильтров известной плотности. В ходе измерений регистрировались уровни сигналов и шумов тракта фотодиод–усилитель осциллографа, формируемые потоками излучения различной интенсивности. Средняя мощность излучения, падающего на фотодиод в отсутствие фильтров между линзами 4 и 6, равнялась 0,01 мВт. Минимальное ослабление излучения, произведенное внесением аттенюатора в пучок, при котором был зарегистрирован сигнал, отличавшийся от сигнала, полученного в отсутствие фильтра, на величину, равную двойной амплитуде шума измерительного тракта, составило 0,3 дБ. Возможность регистрации столь малых изменений светового потока излучения свидетельствует о высокой обнаружительной чувствительности данного извещателя.

Выводы

Полученные результаты модельного эксперимента подтвердили работоспособность предложенной конструкции дымового оптоволоконного извещателя. Минимально зарегистрированное извещателем изменение оптической плотности среды составило $\sim 0,3$ дБ. Отсутствие длинных электропроводных линий питания и связи передатчика и приемника излучения извещателя с ППКП обеспечивает высокую помехоустойчивость СПС, использующей данный извещатель в качестве датчика возгорания.

К достоинствам предложенной конструкции извещателя можно отнести также его высокую защищенность от посторонних засветок, связанную с чрезвычайно малым размером при-

емной апертуры световолокна (~60 мкм), взрывопожарную безопасность (отсутствие электрических цепей) и термическую стойкость (температура плавления кварца ~800°C).

INTERFERENCE IMMUNITY FIRE ALARM SYSTEM ON THE BASIS OF A LASER FIBER OPTIC SMOKE DETECTOR

A. KITSACK, V. POLYKOV, D. ESIPOVICH, M. AL`CHEVSKI

Abstract

The work describes the construction of a laser fiber-optic smoke detector that has enhanced immunity to electromagnetic fields of a fire alarm system, by using it as a mean of fire detection. The assessment of smoke concentration in this detector is conducted by reduction of the registered luminous flux radiation due to its partial absorption and scattering on the smoke particles. High interference immunity of fire alarm systems based on the use of a laser fiber-optic detector is conditioned by the absence of long power supply lines and connection with the control device that are used as effective receiving aerials of random electromagnetic fields. The results are presented on the tests for efficiency of the proposed construction of the detector proving its high sensitivity of fire detection.

Литература

1. *Макаров С.Б.* // Системы безопасности. 2009. N 2. С. 170–172.
2. *Здор В., Рыбаков И.* // Алгоритм безопасности. 2008. N 2. С. 23–25.