

Кандидат физико-математических наук **КИЦАК А.И.**

Кандидат физико-математических наук **ПОЛЯКОВ В.Е.**

Кандидат физико-математических наук **ЕСИПОВИЧ Д.Л.**

Научно-исследовательский институт пожарной безопасности
и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь

СИСТЕМА ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С ПОВЫШЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ

Fire detection system with increased electromagnetic hindrances resistance

Содержание

Приведено описание оптической схемы лазерного оптоволоконного дымового извещателя, обеспечивающего повышенную устойчивость к воздействию электромагнитных полей системе пожарной сигнализации, использующей его в качестве средства обнаружения пожара. Обнаружение дыма данным извещателем осуществляется по реакции приемника излучения на уменьшение регистрируемой им интенсивности светового потока, вследствие частичного поглощения и рассеянии на частицах дыма. Высокая помехоустойчивость системы пожарной сигнализации с лазерным оптоволоконным дымовым извещателем обусловлена отсутствием подводимых к извещателю от прибора приемо-контрольного длинных электропроводных линий питания и связи, играющих роль эффективных приемных антенн случайных электромагнитных полей. Изложены результаты апробации работоспособности предложенной схемы извещателя, свидетельствующие о надежности и высокой чувствительности обнаружения пожара

Summary

There is a description of the optical scheme of the laser fibre-optical smoke detector that provides increased electromagnetic fields stability in the fire alarm system using it as a fire detecting facility. Smoke detection by means of this detector is realized according to the radiation receiver reaction to the reduction of the light flux intensity registered by this receiver owing to partial absorption and dispersion on smoke particles. High noise immunity of the fire alarm system with the laser fibre-optical smoke detector is caused by the absence of the long electrically conducting supply and communication lines inputted to the detector from the receiving-monitoring device. Supply and communication lines play a part of the effective receiving aeriels of the casual electromagnetic fields. Approbation results of the working capacity of the offered scheme are represented

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

Keywords: laser fibre-optical detector, noise immunity, electromagnetic field;

Введение

Основными требованиями, предъявляемым к качеству функционирования современных систем пожарной сигнализации (далее - СПС), являются высокая чувствительность и надежность обнаружение пожара с минимальной вероятностью появления извещений о пожаре при отсутствии возгорания (ложных сигналов). Одной из причин появления ложных сигналов является воздействие на чувствительные элементы СПС (например, входные и выходные каскады усиления извещателей [1]) случайных электромагнитных полей различного происхождения, индуцирующих импульсы тока, воспринимаемые в качестве сигнала о возгорании. Высокая восприимчивость извещателей к электромагнитным полям обусловлена работой их, как правило, на предельных чувствительностях и отсутствием эффективного экранирования. Вследствие этого возникающие в цепях СПС наведенные токи и напряжения могут быть сопоставимыми с уровнями токов и напряжений, сигнализирующих о пожаре. Проблема помехоустойчивости СПС постоянно усугубляется. Связано это с одной стороны с бурными темпами развития полупроводниковых технологий, приводящих к миниатюризации электронных компонентов и как следствие снижению уровня управляющих сигналов, и с другой стороны – ростом уровней электромагнитных помех вследствие увеличения мощности современных средств коммуникации и энергонасыщенности производств.

Наиболее частой причиной появления ложных сигналов о пожаре является реакция электронных компонентов пожарной сигнализации на электромагнитные помехи, наведенные в линиях связи. Ввиду того, что протяженность линий связи (шлейфов сигнализации) может достигать сотен метров, напряжение индуцированного импульса помехи иногда составляет десятки, а то и больше вольт. Минимизировать влияние электромагнитных помех на работу СПС возможно организацией передачи извещений о пожаре по беспроводным (радиоканальным) линиям связи [2, 3]. Следует заметить, что такая помехоустойчивость сохраняется только в случае отсутствия преднамеренного искажения передаваемой информации сторонними техническими средствами, работающими на частоте передачи сигнала извещения. В связи с этим актуален поиск новых технических решений, позволяющих обеспечить высокую помехоустойчивость СПС при работе в сложной электромагнитной обстановке. Целью проведенной работы являлась разработка схемы дымового пожарного извещателя, способного обеспечить устойчивую работу СПС в условиях, характеризующихся повышенным уровнем электромагнитных помех.

Оптическая схема лазерного оптоволоконного дымового извещателя

Формирование электрического сигнала о пожаре предлагаемой схемой извещателя осуществляется также как и в классическом линейном дымовом оптическом извещателе вследствие изменения (ослабления) интенсивности регистрируемого фотоприемником извещателя прямопрошедшего через дым светового потока. Особенностью предлагаемой конструкции извещателя является то, что в качестве источника излучения используется малогабаритный полупроводниковый лазер. Высокая направленность лазерного излучения позволяет канализировать его в оптоволокно и осуществить доставку по нему излучения в контролируемую область пространства. Аналогичным образом по оптоволокну излучение, прошедшее контролируемую зону, доставляется на приемник излучения, который вместе с источником и электронным устройством обработки сигнала может располагаться вдали от объекта защиты, например, на пункте централизованного наблюдения в корпусе прибора приемно-контрольного пожарного (далее - ППКП), изготовленном из материала с хорошими экранирующими свойствами. При этом предполагается схемно-техническое сопряжение источника, приемника излучения и блока обработки сигнала извещателя с узлами питания и приема ППКП.

Предложены два модификации лазерного оптоволоконного дымового извещателя, оптические схемы которых представлены на рисунках 1 и 2.

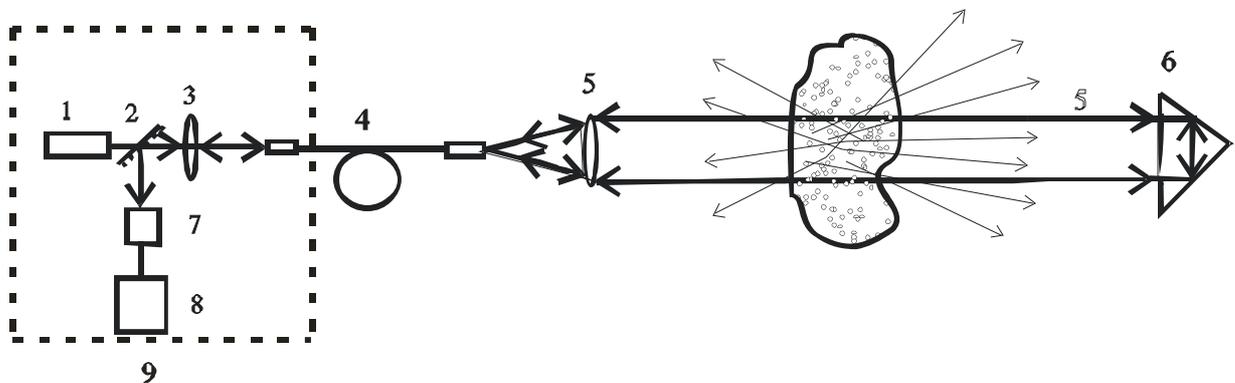


Рис. 1. Оптическая схема двухпроходного лазерного оптоволоконного дымового извещателя

1-полупроводниковый лазер, 2-полупрозрачная пластинка, 3, 5- короткофокусные линзы, 4-оптоволокно, 6-световозвращающий элемент, 7-приемник излучения, 8-контролер, 9-ППКП

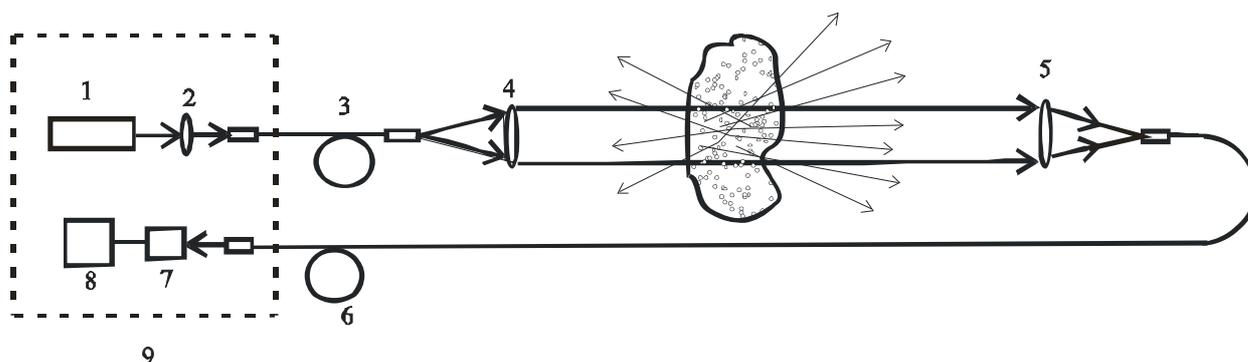


Рис. 2. Оптическая схема однопроходного лазерного оптоволоконного дымового извещателя

1-полупроводниковый лазер, 2,4,5-короткофокусные линзы, 3,6-оптоволокна. 7-приемник излучения, 8-контролер, 9-ППКП

В первом варианте оптической схемы 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 контролируемой области пространства. Линза 5 формирует параллельный пучок излучения, который, пройдя через зону контроля, попадает на светоотражающий элемент 6 (например, угольный отражатель). Излучение, отраженное от данного элемента в направлении, строго обратном падающему на него, возвращается к линзе 5 и вводится обратно в оптоволокно 4. Пройдя по нему, часть излучения отражается от полупрозрачного зеркала 2 и регистрируется приемником 7. Появившийся фототок анализируется контролером 8, сопряженным с ППКП 9. Излучение, рассеянное на частицах дыма, фильтруется малой апертурой волноводной сердцевины оптоволокну и практически не регистрируется приемником излучения. Вторая модификация оптической схемы извещателя (рис.2) отличается от первого варианта тем, что параллельный пучок, пройдя контролируемую зону, вводится линзой 6 в дополнительный 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 отсутствии 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 $\lambda_{cp} = 658$ нм. Излучение лазера вводилось в оптоволокно микрообъективом 2 с фокусным расстоянием $f = 10$ мм и числовой апертурой, равной 0,3. Для передачи излучения в контролируемую зону использовалось многомодовое оптоволокно 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 оптоволокно 7 линзой 6 с оптическими параметрами, совпадающими с параметрами линзы 4. Оптические параметры оптоволоконна 7 были такими же, как и оптоволоконна 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 приемного канала 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.

Выводы

Полученные результаты модельного эксперимента подтвердили работоспособность предложенной конструкции дымового оптоволоконного извещателя. Применение лазерного источника излучения и оптоволоконна позволяет отказаться от использования

длинных электропроводных линий питания и связи передатчика и приемника излучения извещателя с ППКП и, таким образом, обеспечить высокую помехоустойчивость СПС. К достоинствам предложенной конструкции извещателя можно отнести также его высокую защищенность от посторонних засветок, связанную с малым размером приемной апертуры световолокна (~60 мкм), взрывопожарную безопасность (отсутствие электрических цепей) и термическую стойкость (температура плавления кварца ~ 800⁰ С).

Литература

1. Зайцев А.В., Неплохов И.Г. *Ложные срабатывания в системах пожарной сигнализации (Часть 1, 2)* / А.В. Зайцев//Системы безопасности. 2009, № 4, № 5;
2. Макаров С.Б., *Устойчивость систем пожарной сигнализации к электромагнитным помехам* / С.Б.Макаров // Системы безопасности. 2009, № 2, С. 170-172;
3. Здор В., Рыбаков И., *Преимущества и недостатки радиоканальных систем пожарной автоматики* / В.Здор//Алгоритм безопасности. 2008, № 2. С. 23-25.

Recenzenci

prof. dr hab. inż. Marek Konecki

dr inż. Stefan Wilczkowski