

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ДЫМОВОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ И ЕЕ КОНТРОЛЬ

И. Неплохов

к.т.н., эксперт компании «Систем Сенсор»

Около 90% пожаров по статистике начинаются с тления материалов, поэтому дымовые пожарные извещатели на большинстве объектов являются эффективным средством защиты от пожара. Современные дымовые пожарные извещатели обнаруживают пожароопасную ситуацию на раннем этапе, при задымлении верхней части помещения, и обеспечивают реальную защиту жизни людей и материальных ценностей. Для обеспечения требуемой скорости обнаружения очага дымовой извещатель должен иметь высокую чувствительность. На этапе эксплуатации крайне важно контролировать чувствительность извещателей и ее соответствие заданному диапазону. В статье рассматриваются способы стабилизации и контроля чувствительности точечных дымовых пожарных извещателей.

Конечно, о чувствительности и о ее контроле имеет смысл вести речь, если конструкция, схемотехника, элементная база и технология изготовления дымового извещателя обеспечивают стабильность характеристик, т.е. имеется незначительный разброс по чувствительности от экземпляра к экземпляру – при изменении направления и скорости воздушного потока, при изменении напряжения питания, температуры окружающей среды и влажности. По НПБ 65-97 «Извещатели пожарные опто-электронные. Общие технические требования. Методы испытаний», по п. 4.1.4., чувствительность оптических извещателей выбирают в пределах 0,05-0,2 дБ/м. Причем от экземпляра к экземпляру чувствительность не должна отличаться в 1,3 раза (п. 5.3.4.3.). По п. 4.1.5. в технической документации на оптический извещатель с дискретным выходным сигналом должно устанавливаться конкретное значение чувствительности, по п. 4.1.6. в технической документации на конкретный оптический извещатель с аналоговым выходным сигналом должен устанавливаться диапазон значений чувствительности. Однако обычно в паспортах на дымовые извещатели российского производства «конкретное значение чувствительности» указывается как 0,05-0,2 дБ/м, т.е. может отличаться в 4 раза! Для измерения чувствительности ДИПов на объекте требуется дорогостоящее импортное оборудование, которое практически недоступно в России. Пользуясь этим, некоторые производители загромождают чувствительность в 1,5-2 раза для исключения «ложняков», «компенсируя» тем самым отрицательный эффект от удешевления конструкции, примитивных алгоритмов и отсутствия экранировки. Кроме того, по НПБ 65-97, допускается изменение чувствительности извещателей – при изменении ориентации к направлению воз-

душного потока в 1,6 раза, при изменении скорости воздушного потока в 0,625-1,6 раза, при изменении напряжения питания в 1,6 раза, при изменении температуры окружающей среды до +55° С в 1,6 раза, после воздействия пониженной температуры и влаги в 1,6 раза. Хотя при испытаниях чувствительность извещателей должна оставаться в пределах 0,05-0,2 дБ/м, одновременное воздействие нескольких факторов, что обычно и происходит на практике, может вызвать изменение чувствительности в широких пределах.

Несмотря на требования НПБ 65-97 «4.1.13. Оптические извещатели должны соответствовать ГОСТ Р 50898» и «5.3.6. Проверку чувствительности оптических извещателей к дымам различной природы (огневые испытания) /п. 4.1.13/ проводить в соответствии с методиками испытаний по ГОСТ 50898», испытания российских извещателей при сертификации на реальные дымы в тестовом помещении не проводятся. Соответственно, при разработке пожарных извещателей не проводится оптимизация чувствительности по различным тестовым дымам в реальных условиях, а стимулируется выпуск экзотических устройств, конструкция которых рассчитана на обнаружение только аэрозоли и только в дымовом канале с ограниченным сечением и с принудительной вентиляцией. Кроме того, результаты испытаний извещателей по тестовым очагам в помещении позволили сформировать общие требования к конструкции и установке. Например, по британскому стандарту BS5839 ч.1:2002 раздел 22 расстояние от чувствительного элемента теплового и дымового датчика до перекрытия должно быть не менее 25 мм и запрещена установка извещателей заподлицо, поскольку непосредственно у перекрытия остается прослойка чистого воздуха. Максимальное расстояние от

перекрытия до чувствительного элемента теплового датчика должно быть не более 150 мм, а дымового – 600 мм.

Если чувствительность извещателя лежит в пределах 0,05-0,2 дБ/м, то извещатель активизируется при незначительном задымлении среды, при ослаблении оптического сигнала на дистанции в 1 м на 1,14-4,5%, соответственно, на дистанции 10 м – на 11-37%. По западным экспериментальным оценкам, при удельной оптической плотности дыма 0,2 дБ/м видимость составляет примерно 50 м. Учитывая, что на первом этапе развития очага задымление присутствует только в верхней части помещения, сигнал от дымового извещателя со стандартной чувствительностью порядка 0,1-0,12 дБ/м должен давать большие возможности по пресечению развития пожара, защите людей и имущества. Западные производители обычно указывают конкретное значение чувствительности и допуск на этикетке извещателя и много внимания уделяют обеспечению ее стабильности и возможности контроля при эксплуатации.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ТОЧЕЧНОГО ДЫМОВОГО ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

В дымовых оптико-электронных пожарных извещателях используется эффект рассеяния излучения светодиода на частицах дыма. Подобный эффект возникает при прохождении луча прожектора через облако: в чистой среде луч не видим, а в облаке происходит его рассеяние на частицах влаги, часть излучения отражается в сторону наблюдателя, и становится четко видна структура луча. Светодиод и фотодиод расположены под определенным углом, а перегородка исключает прямое попадание сигналов светодиода на фотодиод (рис. 1а). При появлении частиц дыма часть излучения отражается от них и попадает на фотодиод (рис. 1б).

Для того чтобы данная модель реализовалась в виде дымового извещателя со стабильной чувствительностью в условиях внешних воздействий, необходима тщательно проработанная конструкция и схемотехника. Например, защиту от внешнего света обеспечивает дымовая камера, в которой размещаются светодиод и фотодиод. Принцип действия оптико-электронного ПИ определяет сильное влияние на его чувствительность и помехоустойчивость формы дымовой камеры, ее цвета, структуры поверхности и диаграмм направленности светодиода и фотодиода и их взаимного расположения в пространстве. При отсутствии дыма минимальный уровень сигнала от светодиода должен поступать на фотодиод. Для этого камера должна иметь черный цвет и матовую поверхность. Конструкция дымовой камеры должна одновременно обеспечивать свободный проход воздуха и значи-

тельное ослабление излучения от внешних источников света. Требования противоречивые, и их достаточно полное выполнение возможно при значительных затратах на исследовательские работы, на математическое и натурное моделирование.

ФОРМА ДЫМОЗАХОДА И ВЕНТИЛИРУЕМОСТЬ ДЫМОВОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

Для обеспечения стабильной чувствительности в реальных условиях, в отличие от дымового канала с ограниченным сечением и принудительной вентиляцией, большое значение имеют площадь дымозахода и его форма. У большинства европейских пожарных извещателей можно найти общие черты: плоскость дымозахода расположена перпендикулярно горизонтальному воздушному потоку, отдельные элементы конструкции корпуса образуют воронку, направляющую воздушный поток внутрь извещателя, и выступающая часть нижней крышки исключает обтекание корпуса снизу, стойки крепления нижней крышки исключают обтекание корпуса в горизонтальной плоскости (рис. 2). Кроме того, обеспечивается максимальное соотношение площади дымозахода и внутреннего объема дымовой камеры. Для быстрого заполнения дымом конструкция корпуса извещателя и форма дымовой камеры должны обеспечивать минимальное аэродинамическое сопротивление при горизонтальных потоках вдоль потолка (основное направление движения дыма в помещении на первом этапе развития очага). Корпус извещателя имеет максимально открытый дымозаход и обеспечивает беспрепятственное проникновение дыма внутрь дымовой камеры. Защитная антистатическая синтетическая или металлическая сетка не является препятствием для воздушного потока, но надежно защищает камеру от мелких насекомых.

Для адекватной оценки состояния контролируемой зоны необходимо иметь информацию о ее состоянии в реальном масштабе времени. Например, если тепловой извещатель имеет сенсор значительной массы, на нагрев которого требуется значительное время, то результат измерения будет «точным» только при постоянной температуре. При повышении температуры измеренное значение будет всегда меньше действительного, причем ошибка увеличивается с повышением скорости изменения температуры. Точно так же в дымовом извещателе хорошая вентилируемость дымовой камеры определяет малую инерционность работы. А низкая вентилируемость увеличивает время срабатывания извещателя, что эквивалентно снижению реальной чувствительности при нарастании оптической плотности дыма. Эта задача аналогична проветриванию помещения: открыты форточки – вентилируемость очень слабая,

атмосфера внутри и снаружи может значительно отличаться длительное время, открыты окна – вентиляция улучшается, но инерция остается значительной. Идеальная конструкция – это круглое помещение, в нашем случае круглая дымовая камера с полностью открытой боковой стенкой: инерция полностью отсутствует, концентрация дыма внутри и снаружи совершенно одинакова при горизонтальном потоке. В этом случае обеспечивается минимальное время реакции на по-

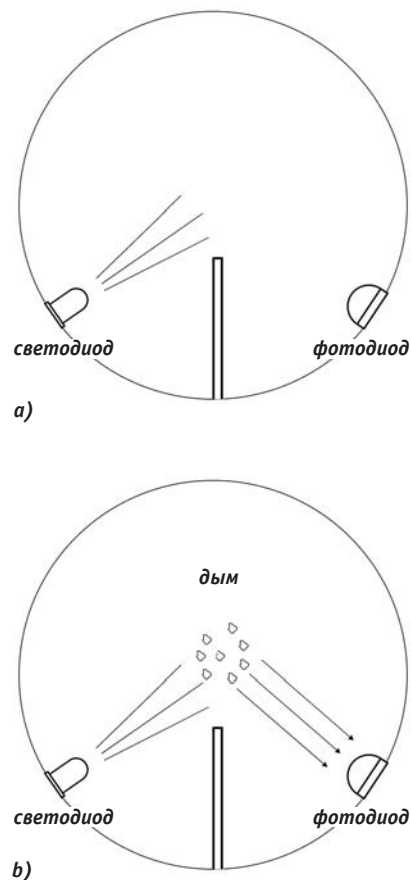


Рис. 1. Принцип действия дымового оптико-электронного извещателя



Рис. 2. Формирование горизонтального дымозахода

роговую концентрацию дыма и отсутствие зависимости чувствительности извещателя от скорости воздушного потока. Чрезвычайно важно сохранить высокую чувствительность извещателя при малых скоростях движения воздуха, что характерно для начального этапа развития ПОЖАРА.

КОНСТРУКЦИЯ ДЫМОВОЙ КАМЕРЫ

Конструкция камеры должна одновременно удовлетворять ряду противоречивых требований, например, обеспечить свободный доступ для горизонтальных

Рис. 3. Отражение сигнала от стенок дымовой камеры

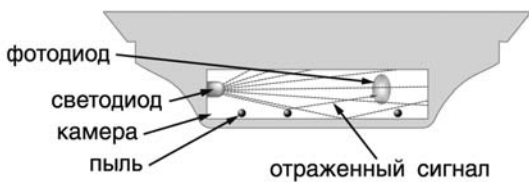
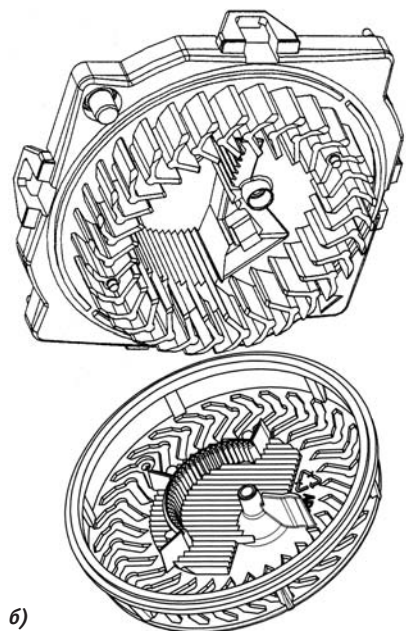


Рис. 4. Примеры конструкции дымовой камеры



фотодиод светодиод
а)



б)

воздушных потоков и исключить влияние внешнего света, электромагнитных помех и пыли. Все крупные производители пожарных извещателей уделяют огромное внимание разработке оптической камеры, поскольку именно она определяет основные характеристики ИП. Для решения этой сложнейшей технической задачи используются методы математического моделирования и экспериментальные исследования. Причем оптимизируются одновременно конструкция дымовой камеры, диаграммы направленности светодиода и фотодиода, а также их расположение. Поэтому «заимствование» конструкций оптических камер ведущих производителей, при использовании стандартных свето- и фотодиодов, с широкими диаграммами и с неотъюстированными оптическими осями, не дает удовлетворительных результатов. Вдобавок низкий уровень конструкторской проработки иногда приводит к «появлению» в дымовой камере электролитических конденсаторов, которых не удалось разместить в другом месте, а использование некачественного пластика вызывает деформацию первоначальной формы камеры.

Отношение уровня сигнала фотодиода, при котором активизируется извещатель, к величине фонового сигнала определяет его помехозащищенность. Для повышения чувствительности и помехоустойчивости при отсутствии дыма минимальный уровень сигнала должен поступать на фотодиод. Для этого камера изготавливается из пластика черного цвета и с матовой поверхностью. Кроме того, неизбежное накопление пыли, как правило, серого цвета, на стенках дымовой камеры, приводит к повышению сигнала фотодиода, что со временем вызывает ложные срабатывания. Излучение светодиода отражается от запыленных стенок оптической камеры так же, как от частиц дыма (рис. 3). Этот эффект определяет необходимость периодического проведения технического обслуживания дымовых оптико-электронных извещателей, которое заключается в разборке извещателя и чистке его дымовой камеры.

От конструкции дымовой камеры зависит, как быстро будет происходить увеличение сигнала фотодиода. При использовании неэффективной конструкции дымовой камеры ложные срабатывания могут возникать достаточно быстро. Причем нередко это не является признаком высокой чувствительности извещателя, а скорее говорит о нестабильности чувствительности и слабой защите от внешних воздействий. Максимально быстро этот процесс происходит, когда внутренняя сторона дымовой камеры имеет практически сплошную поверхность. В этом случае даже незначительное запыление которой приводит к увеличению отраженного сигнала, увеличению чувствительности и появлению ложных срабатываний. При дальнейшей эксплуатации такого извещателя сигнал может превысить уровень

порога и режим ПОЖАР не будет сбрасываться даже при отключении питания. Для замедления этого процесса необходимо уменьшить площадь поверхности дымовой камеры, от которой происходит отражение сигнала. Например, по периметру дымовой камеры располагаются вертикальные пластинки с заостренными краями, обращенными внутрь дымовой камеры. Здесь основная часть излучения светодиода проходит между пластинками и лишь незначительная часть от узкой кромки отражается во внутрь дымовой камеры. Для уменьшения отражения от дна и крышки дымовой камеры их поверхность делают рифленой под определенным углом и используют свето- и фотодиоды с узкими диаграммами. В этом случае чувствительность сохраняется в допустимых пределах в течение нескольких лет.

На рисунке 4а приведен пример тщательно проработанной конструкции дымовой камеры. Форма пластинок, расположенных по периметру дымовой камеры, выбрана исходя из требований максимального ослабления фонового освещения как от светодиода оптопары, так и от наружных источников света. Даже прямые лучи света попадают на фотодиод после минимум 4-кратного переотражения и ослабления на черной поверхности камеры. Одновременно использованная форма пластинок с плавными изгибами не вызывает резких изменений направления воздушного потока и обеспечивает хорошую вентилируемость дымовой камеры. Расположение свето- и фотодиода нарушает регулярность структуры дымозахода, в местах их установки возникает повышение аэродинамического сопротивления. Для выравнивания чувствительности по различным направлениям воздушных потоков используются дополнительные пластинки различной формы. Для удобства технического обслуживания эта дымовая камера выполнена из двух частей – из основания и крышки, пластинки которых совмещены на фото. Ясно видно, с какой тщательностью проведена экранировка фотодиода для защиты от электромагнитных помех.

На рисунке 4б приведен другой пример дымовой камеры: абсолютно круглая в горизонтальной плоскости с пластинками сложной формы, расположенными по ее периметру, обеспечивающими одновременно хорошую продуваемость со всех направлений и защиту от внешнего света. Здесь также обеспечивается 4-кратное переотражение внешнего излучения и практически полное его затухание. Незначительное аэродинамическое сопротивление определяет отсутствие снижения чувствительности при малых скоростях воздушного потока. Оптопара, расположенная на «втором этаже», чуть выше дымозахода, защищена от пыли, которая в основном скапливается на дне крышки дымовой камеры. Асимметричное

расположение оптопары компенсируется дополнительными конструктивными элементами в центральной части крышки дымовой камеры, в которой также размещена и защитная сетка.

Минимальный разброс чувствительности извещателей от образца к образцу обеспечивается при использовании инфракрасных светодиодов и фотодиодов со стабильными характеристиками и с отъюстированными оптическими осями. Использование узких диаграмм направленности светодиода и фотодиода порядка $\pm 10^\circ$ позволяет не только снизить освещение боковых стенок камеры, но создать высокий уровень освещения в центральной части дымовой камеры и уменьшить ток потребления извещателя в дежурном режиме. Таким образом, обеспечивается низкий уровень фонового сигнала, принимаемого фотодиодом, за счет переотражения от стенок камеры даже при их запылении.

КОНТРОЛЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Когда обеспечена стабильность чувствительности извещателей и используется высококачественная элементная база, обеспечивающая повторяемость характеристик, возможно обеспечить контроль

отклонения чувствительности от номинального значения. В зарубежных извещателях прошлого века контролировался уровень фонового сигнала фотодиода в дежурном режиме. Через специальный разъем к извещателю подключался универсальный адаптер MOD400R (рис. 5), который импульсный сигнал преобразовывал в постоянное напряжение для измерения стандартным вольтметром. На этикетке извещателя указывались допустимые пределы изменения напряжения. Например, для дымового извещателя 2151E диапазон MOD400R составлял 0,80 – 1,37 В, при исходном значении около 1,1 В. В извещателях 2112/24 были установлены два дополнительных порога, соответствующие границам MOD400R, при достижении которых прекращалось мигание светодиодного индикатора (рис. 6). Таким образом, по дрейфу фонового сигнала контролировался уровень чувствительности дымового извещателя.

В современных извещателях с аналого-цифровыми преобразователями имеется возможность не только фиксировать выход чувствительности за допустимые пределы, но и заставить ее на исходном уровне. Медленные изменения чувствительности компенсируются соответствующим изменением порога сраба-



Рис. 5. Универсальный адаптер MOD400R

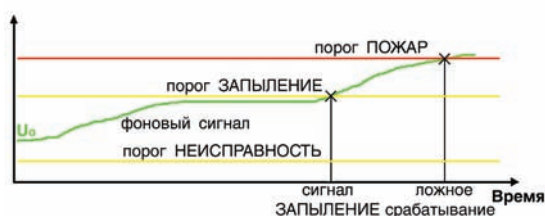


Рис. 6. Дополнительные пороги для контроля чувствительности

РАДИОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ОХРАНЫ

ISO 9001:2000



"РИФ СТРИНГ-202"
Победитель национальной отраслевой премии "ЗУБР"
в номинации "Лучший комплекс сбора и обработки информации"

Радиоканальные системы
РИФ СТРИНГ-202
РИФ СТРИНГ-200

позволяют реализовать централизованную охрану объектов на любой территории – от торгового центра или дачного поселка до города с миллионным населением. Каждая из этих систем имеет свои уникальные особенности, позволяющие обеспечить надежную связь с охраняемыми объектами в различных условиях.



АЛТОНИКА

РЕКЛАМА

тывания (рис. 7), причем алгоритм работы должен учитывать возможность медленного нарастания оптической плотности дыма в реальных условиях. Уровни сигналов, соответствующие чистой среде, и величина компенсации хранятся в двоичном коде в энергонезависимой памяти и не стираются даже при длительном отключении питания. При помощи многофункционального пульта дистанционного управления (МПДУ) можно считать уровень запыления с дискретом в процентах от предела автокомпенсации (рис. 8). В адресных и адресно-аналоговых системах обеспечивается автоматическое сообщение на контрольный прибор о достижении границы автокомпенсации. Использование адаптивного порога, кроме сохранения уровня чувствительности

Рис. 7. Компенсация изменения чувствительности

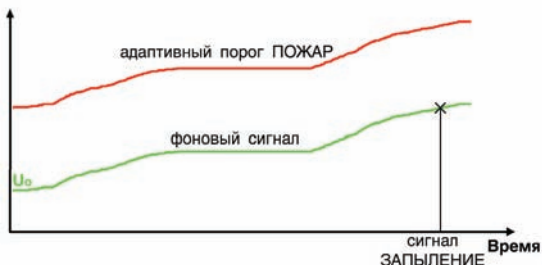


Рис. 8. Индикация уровня запыления



в процессе эксплуатации, позволяет увеличить интервалы времени между техническим обслуживанием, спрогнозировать сроки его проведения и обеспечить высокий уровень защиты от помех.

Использование эффективной конструкции дымовой камеры, стабилизация и контроль чувствительности обеспечивают в современных дымовых извещателях возможность корректировки инсталлятором чувствительности без риска выхода

за допустимые пределы по НПБ 65-97. Например, в извещателях серии «ПРОФИ» и «ЛЕОНАРДО» заводской уровень чувствительности 0,12 дБ/м может быть перепрограммирован при помощи МПДУ на 0,08 дБ/м или на 0,16 дБ/м – в зависимости от условий эксплуатации. Использование высокой чувствительности несколько сокращает диапазон компенсации и в равных условиях потребует более частого технического обслуживания, пониженная чувствительность, наоборот, позволяет увеличить периоды между техническим обслуживанием. Следовательно, повышенную чувствительность желательно использовать в достаточно чистых помещениях, а в относительно пыльных зонах можно устанавливать пониженную чувствительность.

Таким образом, можно отметить, что современное развитие микроэлектроники позволяет значительно поднять интеллектуальный уровень пожарных извещателей, однако не может компенсировать недостатки конструкторской проработки. Электроника не может компенсировать разброс датчиков по чувствительности и оптимизировать дымозаход. К тому же, простейшее исключение дрейфа сигнала фотодиода не соответствует стабилизации чувствительности – необходимо учитывать более сложные зависимости.



ПРОИЗВОДСТВО



ПАРИТЕТ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДОМ

наша специализация -
кабель для систем безопасности



А



В



С



D



E



F

Снижаем площадь ваших складов
вам запасы не нужны, у нас всегда в наличии вся кабельная продукция по прайсу для ОПС, СКУД, ССТV, СКС

удобный монтаж ОПС
используйте кабели с гибкой конструкцией **КСПВГ, КСПЭВГ**

нет вопросов от пожарнадзора
применяйте кабель с сертификатом пожарной безопасности ВНИИПО МЧС РФ **КСВВ, КСВВгл**



www.paritet.podolsk.ru, paritet@podolsk.ru, тел./факс: (495) 231-7351 (многокан.); (4967) 65-0525 (многокан.), 67-4833