

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ДЫМОВЫХ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

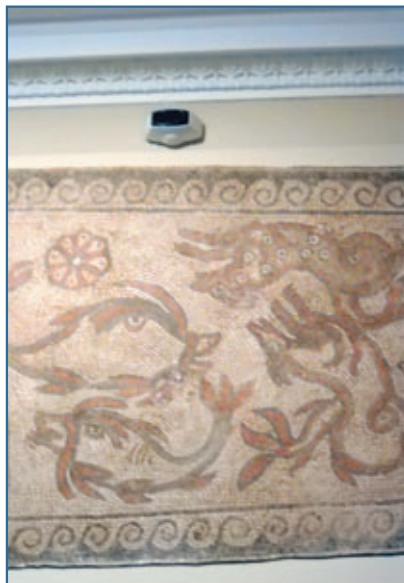
И. Неплохов

к.т.н., технический директор Бизнес-группы «Центр-СБ»

46

Дымовые линейные извещатели широко используются для защиты помещений с высокими потолками и большими площадями: выставочных, торговых и спортивных залов, атриумов, складов, зрительных залов и т.д. Современные линейные извещатели вписываются практически в любой интерьер, их часто можно увидеть даже в крупнейших музеях (рис. 1). На рынке пожарной безопасности представлено все разнообразие различных моделей линейных извещателей отечественного и зарубежного производства. Их отличие заключается не только в цене, но также в технических и эксплуатационных характеристиках. С вступлением в силу Технического регламента о требованиях пожарной безопасности, Федерального закона № 123 от 22.07.08, существенно изменились требования по размещению линейных извещателей, что расширяет область их применения. В настоящее время, по СП 5.13130.2009 п. 13.5.3, при установке линейных дымовых извещателей «в помещениях высотой до 12 м максимальное расстояние между их параллельными оптическими осями должно быть не более 9,0 м, а между оптической осью и стеной – не более 4,5 м». Кроме того, двумя ярусами линейных извещателей теперь допускается защищать помещения высотой уже до 21 м, а не до 18 м, как было по НПБ 88--2000*, причем с уста-

Рис. 1. Линейный извещатель в Британском музее



новкой так же через 9 м и от стены 4,5 м. Что совершенно оправдано с учетом кумулятивного эффекта, возникающего при прохождении сигнала через протяженную задымленную зону.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЛИНЕЙНОГО ДЫМОВОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

В отличие от точечных дымовых извещателей, у которых имеется зависимость чувствительности от направления и скорости воздушных потоков, «цвета» дыма, любой линейный дымовой извещатель имеет идеальные аэродинамические характеристики, ввиду отсутствия дымовой камеры и защитной сетки. Он контролирует непосредственно оптическую плотность среды на всей протяженности луча (рис. 2), а не изменение уровня сигнала, отраженного от стенок дымовой камеры и от частиц дыма.

Соответственно, у линейного дымового извещателя чувствительность определяется величиной оптической плотности среды, ослабление сигнала в которой измеряется в децибелах или в процентах с достаточной точностью. По ГОСТ Р 53325-2009 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний» порог срабатывания линейного дымового оптоэлектронного извещателя должен быть не менее 0,4 дБ (снижение интенсивности луча на 9%) и не более 5,2 дБ (снижение на 70%). Для измерения чувствительности линейного извещателя при тестировании удобнее пользоваться измерением затухания в процентах, а для сравнения по чувствительности с точечными дымовыми извещателями – в децибелах. Снижению сигнала на

$\Delta\%$ соответствует ослабление на С дБ:

$$C = 10 \log[100/(100 - \Delta\%)] \text{ дБ.}$$

В таблице 1 приведены значения границ допустимого диапазона чувствительности и значения порогов, наиболее часто используемые в линейных извещателях в процентах и в децибелах.

Табл. 1. Пороги срабатывания линейных извещателей

	Типовые значения порогов								
Min.	9	15	20	25	30	40	50	70	Max.
%									
дБ	0,41	0,71	0,97	1,25	1,55	2,22	3,01	5,23	

Возможность регулировки порогов активизации линейного извещателя в широких пределах позволяет адаптировать его чувствительность к протяженности защищаемой зоны. В общем случае при сравнительно небольших дальностях рекомендуется выбирать меньшие уровни срабатывания, т.е. более высокую чувствительность в абсолютных единицах затухания, а при больших дальностях, соответственно, большие уровни срабатывания. Если разделить значение установленного порога, выраженного в децибелах, на длину контролируемой зоны в метрах, то получим усредненное значение удельной оптической плотности среды, при которой активизируется линейный извещатель. На рисунке 3 приведены зависимости чувствительности по удельной оптической плотности среды от протяженности контролируемой зоны в случае постоянной концентрации дыма на протяжении всей трассы прохождения сигнала линейного извещателя.

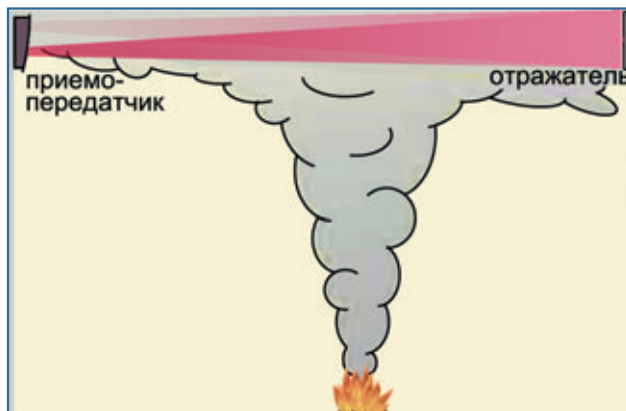


Рис. 2. Прохождение сигнала через задымленное пространство

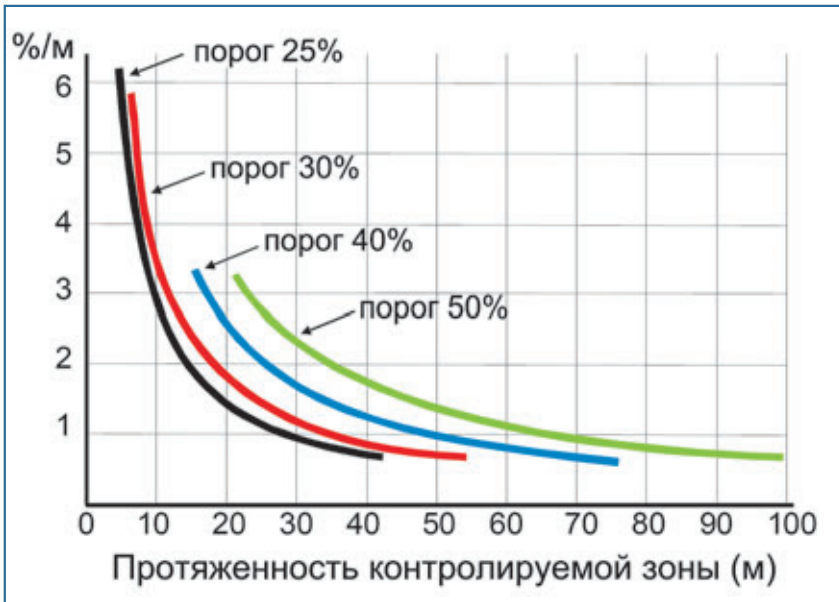


Рис. 3. Зависимость удельной оптической плотности среды при постоянном суммарном затухании

Некоторые производители рекомендуют устанавливать порог 1,25 дБ (25%) при протяженности контролируемой зоны от 5 до 35 м, порог 1,55 дБ (30%) при протяженности от 8 до 45 м, порог 2,22 дБ (40%) при протяженности от 18 до 67 м, порог 3,01 дБ (50%) при протяженности от 24 до 100 м. Даже при таком ограничении по дальности чувствительность по удельной оптической плотности может изменяться в пределах от 0,250 до 0,036 дБ/м при пороге 1,25 дБ, в пределах от 0,194 до 0,034 дБ/м при пороге 1,55 дБ, в пределах от 0,111 до 0,0317 дБ/м при пороге 2,22 дБ, в пределах от 0,124 до 0,0301 дБ/м при пороге 3,01 дБ. Однако в реальных условиях задымление трассы происходит неравномерно, при отсутствии значительных воздушных потоков наибольшая концентрация дыма возникает вблизи очага и снижается с увеличением расстояния. Следовательно, приведенные оценки чувствительности могут быть достаточно достоверными только при сравнительно небольших протяженностях контролируемой зоны, а при больших расстояниях расчет дает в несколько раз более высокую чувствительность. Таким образом, вероятность достижения теоретически

рассчитанной чувствительности порядка 0,03 дБ/м на практике достаточно низкая.

ОГНЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Более точную оценку чувствительности линейного извещателя можно будет получить в ближайшем будущем при проведении огневых испытаний. По требованиям п. 4.2.1.4 ГОСТ Р 53325-2009, при постановке на производство, изменении конструкции или электрической схемы производитель должен провести огневые испытания извещателей с целью подтверждения их соответствия требованиям приложения Н. Действующий ранее ГОСТ Р 50898-96 «Извещатели пожарные. Огневые испытания» в настоящее время отменен.

Подробная методика проведения огневых испытаний пожарных извещателей и критерии оценки результатов приведены в европейском стандарте по дымовым линейным извещателям EN54-12 и по точечным – в EN54-7. Основные шесть типов тестовых очагов – это TF-1 – открытое горение древесины, TF-2 – тление древесины, TF-3 – тление хлопка, TF-4 – горение полиуретана, TF-5 – горение гептана и

TF-6 – горение спирта. По европейским стандартам, дымовые точечные извещатели испытываются по четырем тестовым пожарам ТП-2, ТП-3, ТП-4, ТП-5. Каждый тестовый очаг не только состоит из определенного материала, но и имеет вполне определенную конфигурацию и размеры, а также способ активизации. Очаг TF-2 состоит из 10 высушенных буковых брусков (влажность ~5%) размерами 75x25x20 мм, расположенных на поверхности электрической плиты диаметром 220 мм, имеющей 8 концентрических пазов глубиной 2 мм и шириной 5 мм, внешний паз должен располагаться на расстоянии 4 мм от края плиты, расстояние между смежными пазами должно составлять 3 мм (рис. 4), мощность плиты должна быть примерно 2 кВт. Очаг TF-3 состоит примерно из 90 хлопковых фитилей длиной 800 мм и массой примерно 3 г каждый, прикрепленные к проводочному кольцу диаметром 100 мм, подвешенному на штативе (рис. 5), собранные в пучок концы фитилей поджигают открытым пламенем, затем пламя задувают до появления тления, сопровождающегося свечением. Очаг TF-4 представляет собой три мата из пенополиуретана (без добавок, повышающих огнестойкость) плотностью 20 кг/м³ и размерами 500x500x20 мм каждый, уложенные один на другой, которые воспламеняются при помощи 5 мл спирта в емкости диаметром 50 мм, установленной под углом нижнего мата. Очаг TF-5 – это 650 г гептана с добавлением 3% толуола в квадратном поддоне из стали размерами 330x330x50 мм. В ходе проведения испытаний изменения контролируемых факторов должны находиться в рамках определенных границ, в противном случае результаты испытаний не засчитываются.

Испытания проводятся в помещении длиной 9-11 м, шириной 6-8 м и высотой 3,8-4,2 м, в центре которого на полу располагается тестовый очаг пожара. Тестируемые точечные извещатели располагаются на потолочном перекрытии по окружности на расстоянии 3 м от его центра в секторе 60° (рис. 6). Здесь же установлены измеритель оптической плотности среды τ (дБ/м), радиоизотопный измеритель концентрации продуктов горения Y (относительные единицы) и из-

Рис. 4. Вид тестового очага TF-2 (тление дерева). 1 – электрическая плита, 2 – термомпара, 3 – деревянные бруски

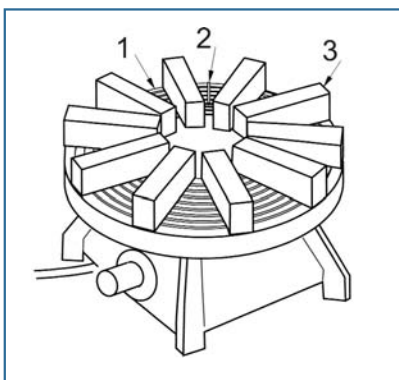


Рис. 5. Вид тестового очага TF-3 (тление хлопковых фитилей)

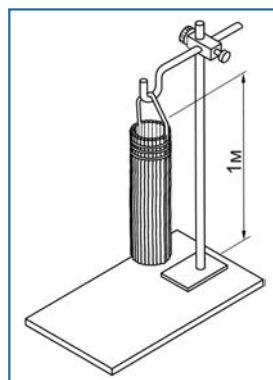


Рис. 6. Расположение линейных и точечных извещателей в испытательном помещении

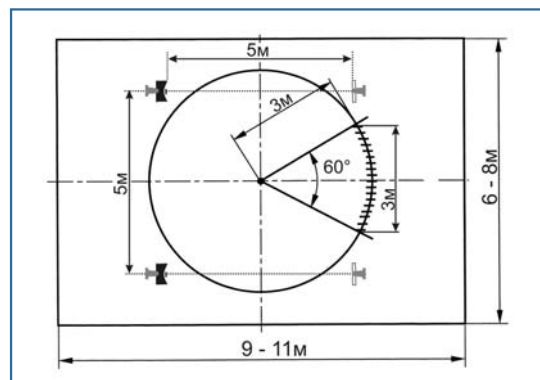


Табл. 2. Результаты огневых испытаний

Вид ТП	№ п/п	Время активизации (мин:сек)	Параметры тестового очага при активизации		
			Y	m (дБ/м)	ΔT (°C)
TF-2 (тление древесины)	1	9:36	0.92	0.64	–
	2	9:32	0.92	0.64	–
ТП-3 (тление хлопка)	1	5:02	2.69	0.42	–
	2	5:02	2.71	0.43	–
ТП-4 (горение полиуретана)	1	1:04	1.92	0.56	4.35
	2	1:04	1.92	0.56	4.35
ТП-5 (горение гептана)	1	1:33	2.67	0.52	16.98
	2	1:29	2.54	0.45	18.06

меритель температуры T (°C). Два тестируемых линейных извещателя располагаются симметрично, и их оптические оси находятся на расстоянии 2,5 м от центра помещения (рис. б).

В качестве примера, в таблице 2 приведены результаты огневых испытаний по очагам двух дымовых линейных извещателей с установленным порогом 2,22 дБ (40%) затухания, при расстоянии между приемопередатчиком и отражателем 5 м. Из результатов испытаний следует, что извещатели имеют практически идентичные характеристики. Причем значения удельной оптической плотности, при которой они активизировались, близки к расчетной усредненной, равной 2,22 дБ/5 м=0,444 дБ/м.

Для обеспечения стабильности чувствительности в процессе эксплуатации современные линейные дымовые извещатели имеют функцию компенсации запыления оптических элементов. Исходный уровень сигнала и установленный порог срабатывания хранятся в энергонезависимой памяти, и дрейф сигнала компенсируется обычно до снижения на 50% (3 дБ). По п. 4.9.1.8 ГОСТ Р 53325-2009, при достижении предельной компенсации 2,8 дБ (48%) линейный извещатель должен формировать сигнал «Неисправность».

В отличие от линейных извещателей, точечные извещатели, несмотря на установленную чувствительность в диапазоне 0,05-0,2 дБ/м, на огневых испытаниях могут активизироваться при значениях удельной оптической плотности в несколько раз больших. Соответственно, по результатам испытаний для каждого вида тестового очага извещатели разделяются на три группы, не считая непрошедших испытание: класс А (наиболее чувствительный) с предельными значениями повышения температуры T₁=15° C, удельной оптической плотностью m₁=0,5 дБ/м, концентрации продуктов горения Y₁=1,5; класс В: T₂=30° C, m₂=0,5 дБ/м, Y₂=3,0 (средний) и класс С (наименее чувствительный): T₃=60° C, m₃=2,0 дБ/м, Y₃=6,0. Таким образом, допускается различие в оптической плотности внутри дымовой камеры и открытом пространстве более

чем в 10 раз. Снижение чувствительности точечных дымовых извещателей в реальных условиях объясняется наличием дымовой камеры, конструктивными элементами для защиты от пыли и от насекомых, различным уровнем отражения сигналов от частиц дыма разного размера и.д. В той или иной степени этот эффект проявляется у любого точечного дымового извещателя с дымовой камерой.

Таким образом, по результатам испытаний, приведенным в таблице 2, испытанные линейные извещатели при пороге 2,22 дБ соответствуют по чувствительности классу В. Очевидно, при повышении чувствительности, т.е. при установке меньших значений порогов, например, 1,55 дБ (30%) или 1,25 дБ (25%), было бы обеспечено еще более раннее обнаружение очагов. На практике для повышения уровня пожарной безопасности в общем случае желательно устанавливать высокую чувствительность, если это не приводит к повышению вероятности ложных тревог. Кроме того, необходимо учитывать, что меньшие уровни порогов определяют, соответственно, сокращение времени достижения границы автокомпенсации, что потребует чаще проводить техническое обслуживание извещателя. Исходя из этих положений, на большинстве объектов можно рекомендовать использовать линейные извещатели с порогом примерно 1,5 дБ или 30% затухания. Действительно, при повышении чувствительности с 2,22 до 1,5 дБ тестовые очаги будут обнаруживаться, соответственно, при удельной оптической плотности порядка 0,3-0,4 дБ/м, что соответству-

ет чувствительности точечных извещателей класса А. Исходя из этих положений, выпускаются линейные извещательным порогом 1,5 дБ или с двумя порогами 1,5 дБ, 3 дБ.

ОДНОКОМПОНЕНТНЫЕ И ДВУХКОМПОНЕНТНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ

Первыми были разработаны двухкомпонентные линейные дымовые извещатели, состоящие из двух активных блоков – передатчика и приемника, которые размещаются на противоположных сторонах защищаемой зоны. Для увеличения энергетического потенциала в приемнике и передатчике используются оптические системы, обеспечивающие достаточно узкие диаграммы направленности (рис. 7). Для обеспечения работоспособности необходимо проведение достаточной точной юстировки и фиксации положения передатчика и приемника, соответствующего приему максимума сигнала. Изменение положения приемника или передатчика в процессе эксплуатации вызывает отклонение диаграммы направленности, снижение уровня сигнала и формирование ложного сигнала ПОЖАР, который не сбрасывается без переустановки извещателя. После сброса производится сравнение пониженного за счет разъюстировки уровня сигнала с уровнем сигнала при чистой оптической среде и выдается подтверждение сигнала ПОЖАР. То есть ситуация для извещателя ничем не отличается от подтверждения сигнала ПОЖАР при наличии дыма. Естественно, крепление приемника и передатчика допускается только на капитальные конструкции, которые не подвержены деформации даже в течение продолжительного времени. Для двухкомпонентного извещателя необходимо обеспечить стабильный уровень сигнала передатчика и коэффициент передачи приемного тракта во всем диапазоне рабочих температур и напряжений питания, так как снижение уровня сигнала приводит к формированию ложного сигнала ПОЖАР. Приемник должен обеспечивать хранение значения уровня опорного сигнала в энергонезависимой памяти приемника и корректировку дрейфа в процессе эксплуатации.

Сравнительно недавно появились однокомпонентные линейные извещате-

Рис. 7. Двухкомпонентный линейный дымовой извещатель



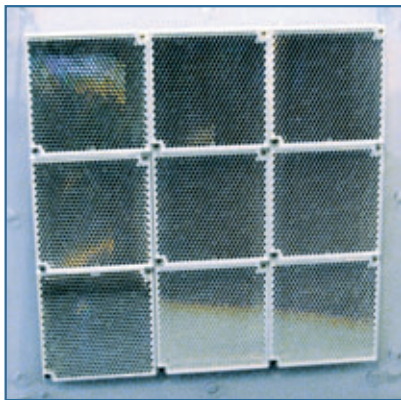


Рис. 8. Увеличение площади отражателя в 9 раз

ли, у которых передатчик и приемник со съюстированными оптическими системами размещены в одном блоке, а на противоположной стороне устанавливается плоский, не требующий питания, отражатель, действующий по принципу катафота. В отличие от зеркального отражения он отражает свет обратно в сторону к его источнику, независимо от угла падения света на поверхность. Это, конечно, упрощает юстировку, так как юстируется только один приемопередатчик. Отражатель не требует юстировки и даже допускает изменение положения в пределах до ± 100 в процессе эксплуатации без нарушения работоспособности извещателя. При больших углах появляется снижение уровня отраженного сигнала за счет уменьшения проекции отражателя на плоскость, перпендикулярную оптической оси, т.е. за счет уменьшения эквивалентной площади отражателя.

Существенные преимущества однокомпонентных линейных извещателей по сравнению с двухкомпонентными – это значительное сокращение кабеля, монтажных работ и времени юстировки. Простота реализации временной селекции сигналов ввиду размещения передатчика и приемника в одном блоке, которая позволяет, для формирования сигналов «Пожар 1», «Пожар 2», два или три однокомпонентных линейных извещателя размещать без каких-либо ограничений по минимальному расстоянию между ними. Например, в помещениях шириной до 9 м возможна установка 3 извещателей в центре стены с использованием одного отражателя на противоположной стене. Кроме того, необходимо отметить, что в двухкомпонентном извещателе сигнал проходит через контролируемое пространство один раз, в однокомпонентном – два раза (рис. 2), что в общем случае определяет примерно в два раза большую его потенциальную чувствительность.

Однако у однокомпонентных извещателей имеются и недостатки, которые обуславливают применение во многих случаях двухкомпонентных линейных извещателей. Основной недостаток – это

необходимость использования отражателя большей площади при увеличении протяженности контролируемой зоны. Если расстояние между приемопередатчиком и отражателем не превышает определенного расстояния, ориентировочно 50 м, или 70 м (определяется производителем), то достаточно использования одного отражателя сравнительно небольших размеров, который обычно входит в комплект поставки. При больших расстояниях необходимо увеличить в несколько раз площадь отражателя путем установки дополнительных отражателей. Ослабление сигнала, с учетом двойного прохождения контролируемой зоны, зависит от расстояния в 4-й степени. Соответственно, если в качестве исходного взять одиночный отражатель, обеспечивающий максимальное расстояние 50 м, то для увеличения расстояния в $\sqrt{2}$, примерно до 70 м, потребуется увеличение площади отражателя в $(\sqrt{2})^4 = 4$ раза, т.е. необходимо 4 исходных отражателя, а при увеличении еще в два раза до 100 м потребуется уже 16 отражателей! В зависимости от модели требуемое число отражателей может быть разным для различных расстояний, например, один или четыре, либо один, четыре или девять отражателей (рис. 8). Во время как в двухкомпонентном извещателе корректировка уровня сигнала осуществляется в передатчике при помощи переключателя.

В некоторых случаях значительные размеры отражателя определяют сложность его размещения. Особенно важно это учитывать при необходимости установки отражателя под углом к стене, так как кронштейны обычно рассчитаны на установку только одного отражателя.

По этой же причине практически не выпускаются однокомпонентные извещатели с максимальным расстоянием более 100 м. Во время как выпускаются двухкомпонентные извещатели, обеспечивающие контроль зоны протяженностью до 150 м, и, соответственно, площадью до 1350 м², что в некоторых случаях может обеспечить значительное уменьшение необходимого числа линейных извещателей по сравнению с однокомпонентными извещателями.

ЮСТИРОВКА И ТЕСТИРОВАНИЕ

В последнее время наблюдается значительный прогресс в упрощении процедуры юстировки линейных извещателей. На первых образцах линейных извещателей максимальный уровень сигнала определялся по числу горящих светодиодов, частоте их мигания, изменению цвета индикации и т.д. Так как диаграммы направленности передатчика и приемника составляют всего несколько градусов, значительные трудности вызывает этап «грубой» юстировки, когда приемник фиксирует наличие сигнала, особенно в случае установки приемника или передатчика

под некоторым углом к стене. Для упрощения этой процедуры часто используются зеркальные оптические «прицелы» (рис. 9), лазеры и даже миниатюрные видеокамеры.

Светодиодные индикаторы уровня сигнала постепенно вытесняются более удобными способами отображения информации, например, при помощи светодиодных 7-сегментных индикаторов, на которых относительный уровень сигнала отображается непосредственно в виде десятков и единиц с автоматической корректировкой диапазона измерений при приближении к его границам (рис. 9).

Также значительно упрощается процедура юстировки при использовании видеокамеры с монитором, на котором отображается не только расположение отражателя относительно оптической оси (центра экрана), а также коэффициент усиления, максимальное и текущее значения уровня сигнала, максимальное зафиксированное значение.

При использовании лазерного «прицела» вообще не требуется никакой дополнительной индикации – юстировка проводится в один этап по лазеру.

ТЕСТИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

После проведения юстировки и при проведении технического обслуживания линейного извещателя необходимо убедиться в соответствии реальной чувствительности установленному уровню. Обычно двухкомпонентные извещатели комплектуются оптическими фильтрами для ослабления сигнала примерно на 0,5 дБ выше порога и на 0,5 дБ ниже порога, что обеспечивает достаточную точность измерений. Фильтрами поочередно за-

Рис. 9. Зеркальный оптический «прицел» и цифровая индикация уровня сигнала



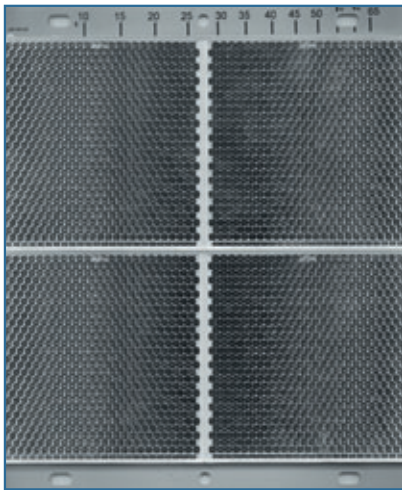


Рис. 10. Отражатель со шкалой затухания

крывают оптическую систему передатчика или приемника. Для проверки чувствительности извещателя с одним порогом требуется два фильтра, с двумя порогами – четыре.

Значительно упрощается контроль чувствительности однокомпонентного линейного извещателя: для ослабления сигнала на требуемую величину блокируется соответствующая площадь рефлектора. Для удобства некоторые производители выпускают отражатели со шкалой в процентах затухания. Таким образом, можно с высокой точностью измерить чувствительность на любом пороге, независимо от их величины и количества (рис. 10).

Причем здесь также учитывается, что, в отличие от двухкомпонентного извещателя, сигнал проходит контролируемую зону не один, а два раза: от приемопередатчика до рефлектора и обратно. Соответственно, если при задымлении сигнал ослабляется на 3 дБ (на 50%) при прохождении в одну сторону и на 3 дБ (на 50%) при прохождении в другую сторону, общее затухание сигнала составит 6 дБ (или 75%). Простой расчет для рефлектора без шкалы: например, уровень чувствительности 30%, соответственно, до рефлектора дойдет 70% сигнала, т.е. коэффициент

передачи равен 0,7. Общий коэффициент передачи равен $0,7 \times 0,7 = 0,49$, и затухание составит $1 - 0,49 = 0,51$, т.е. 51%. Следовательно, при блокировке менее 51% площади отражателя извещатель должен оставаться в дежурном режиме, а при блокировке более 51% должен перейти в режим «Пожар» через определенное в документации время.

В заключение можно отметить, что современные линейные дымовые пожарные извещатели обеспечивают высокий уровень противопожарной защиты различных объектов. Использование однокомпонентных линейных извещателей с отражателем обеспечивает снижение расходов на кабель, на монтажные и пусконаладочные работы, однако классические двухкомпонентные линейные извещатели защищают большие зоны по протяженности и по площади.

«ОХРАННАЯ ТЕХНИКА» – ЮБИЛЯР

15 ИЮНЯ КОМПАНИИ ИСПОЛНЯЕТСЯ 10 ЛЕТ.

Образованная в 2000 году, компания попала в самое начало зарождения цивилизованного рынка безопасности. Это было сложное время. Все, кто помнит то время, не забудут трудности в работе с эксплуатирующими организациями, которые не желали ничего менять, а стремились оставить все как есть. Их недоверие к новому, технически надежному оборудованию и, как следствие, нежелание тратить средства на техническую охрану, отнимало много времени на убеждение. Компания пережила трудные времена и сейчас вместе с партнерами и коллегами занимается не убеждением, а вопло-

щением своих идей в современные и полезные приборы.

За 10 лет работы «ОХРАННАЯ ТЕХНИКА» достигла немалых результатов:

- разработан и выпускается серийно широкий спектр охранной техники, по техническому уровню соответствующей мировым стандартам;
- создана мощная дилерская сеть в России и за ее рубежом;
- организованы крупные склады в Литве, Узбекистане, Украине и Чехии;
- создан коллектив профессионалов, способный решать нестандартные и сложные наукоемкие задачи.

За 10 лет работы «ОХРАННАЯ ТЕХНИКА» заработала репутацию се-

рьезного и надежного производителя периметрового оборудования. Поддерживая свой имидж, компания ежегодно участвует в крупнейших мировых выставках в России, странах СНГ, Англии, Германии, Индии, Иране, Польше, Франции, Чехии и ряде других стран.

Компания гордится своими клиентами, среди которых как коммерческие, так и государственные структуры, такие как Минобороны, МВД, ФСБ, Минюст России, ОАО «Газпром», НК «Роснефть» и многие, многие другие.

Редакция от всей души поздравляет компанию и желает ей дальнейшего процветания и новых технических достижений.

