ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ДЫМОВОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

Опубликовано: Журнал "Системы безопасности" #2, 2012

Игорь Неплохов
Технический директор по ПС
компании ADT Security Solutions, к.т.н.

Дымовые пожарные извещатели стали привычным дополнением к интерьеру во всех зданиях. Они должны срабатывать при появлении дыма, благодаря чему имеется возможность обеспечить эвакуацию людей в безопасную зону при пожаре. В отличие от тепловых извещателей и извещателей пламени, дымовые извещатели (по зарубежной терминологии – детекторы) срабатывают на этапе тления и в какой-то мере могут предотвратить отравление угарным газом. На нашем рынке представлен большой выбор отечественных дымовых пожарных извещателей по ГОСТ Р 53325–2009 и зарубежных дымовых детекторов по европейскому стандарту EN 54-7. Различия между зарубежными детекторами и большинством отечественных извещателей видны невооруженным глазом, причем не только по качеству пластика и дизайну, но и по конструкции, размерам и, конечно же, цене. Однако основные параметры, которые определяют скорость обнаружения очагов различного типа, практически не учитываются при выборе типа дымового извещателя

Широкое применение дымовых извещателей в нашей стране началось сравнительно недавно, около 10 лет назад. В НПБ 110–99 с Изменением № 1 было введено требование, которое запретило использование тепловых извещателей на большинстве объектов: "Здания и помещения, перечисленные в пунктах 2.9, 2.12, 2.13, 2.15, 2.16, 2.19, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.29–4.33, 4.35–4.47, 4.38, 4.39, 4.41, при применении автоматической пожарной сигнализации следует оборудовать дымовыми пожарными извещателями". С тех пор здания жилые, общественного и административно-бытового назначения, предприятий торговли, культурно-зрелищного назначения, выставочные залы, помещения для хранения музейных ценностей, здания хранения архивов, уникальных изданий, отчетов, рукописей и другой

документации особой ценности и многие-многие другие объекты стали защищаться исключительно дымовыми извещателями как обеспечивающими раннее обнаружение очага пожара. Начался массовый выпуск дымовых извещателей, однако, несмотря на название, вопрос об их способности обнаруживать тлеющие и открытые очаги пожара до сих пор остается открытым. Испытания на реальные дымы от стандартных тестовых очагов в нашей стране вводятся только сейчас, в отличие от Европы и США, где эти тесты по стандартам EN 54 и UL проводятся уже около 30 лет.

По НПБ 65–97 "Извещатели пожарные оптико-электронные. Общие технические требования. Методы испытаний" и далее по ГОСТ Р 53325– 2009 "Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний" дымовые извещатели испытываются только на стенде "Дымовой канал". В технической документации на дымовой извещатель с дискретным выходным сигналом "Пожар" должно быть указано конкретное значение чувствительности, которое должно находиться в пределах 0,05–0,2 дБ/м. В технической документации на дымовой извещатель с аналоговым выходным сигналом должен быть установлен диапазон значений чувствительности, в котором он обеспечивает измерение оптической плотности среды, при этом максимальная удельная оптическая плотность, контролируемая оптическим извещателем с аналоговым выходным сигналом, в нормальных условиях должна быть не менее 0,2 дБ/м. Однако, как правило, у извещателей с дискретным выходным сигналом (то есть у всех пороговых извещателей неадресных и адресных) указывается только диапазон 0,05–0,2 дБ/м, а не конкретное значение чувствительности, как у детекторов сертифицированных по UL.

Принцип действия

В дымовых оптико-электронных пожарных извещателях используется эффект рассеяния излучения на частицах дыма. Соответственно неотъемлемой частью всех извещателей такого типа является оптопара – излучатель и фотоприемник. В настоящее время это светодиод и фотодиод, расположенные в горизонтальной или вертикальной плоскости под определенным углом друг к другу. Светодиод, работающий в импульсном режиме для снижения тока потребления, периодически освещает центральную часть дымовой камеры, а фотодиод, направленный в эту зону, принимает отраженный сигнал (рис. 1). Когда в извещателях с дискретным выходом уровень отраженного от частиц дыма сигнала достигает установленного порога, формируется сигнал "Пожар". Конструкция дымовой камеры и расположение излучателя и фотоприемника должны не только исключать прямое попадание излучения светодиода на

фотоприемник, но и снижать уровень фонового сигнала, отраженного от ее стенок. Для исключения ложных срабатываний извещателя при помеховых воздействиях фоновый сигнал должен быть в несколько раз меньше порога срабатывания. Невыполнение этого требования определяет также появление ложных срабатываний при незначительном запылении дымовой камеры даже при отсутствии помеховых воздействий и при низкой чувствительности дымового извещателя.

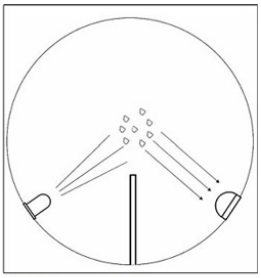

Рис. 1. Модель дымового оптико-электронного извещателя

Адресно-аналоговые оптические извещатели с аналоговым выходным сигналом измеряют уровень удельной оптической среды и передают эти значения на адресно-аналоговый пожарный приемно-контрольный прибор (ААППКП), что расширяет функциональные возможности системы (например, в части контроля состояния извещателей) и значительно повышает эффективность работы. Для обеспечения измерения минимальных концентраций дыма для анализа развития пожароопасной обстановки и формирования сигналов предтревоги, адресно-аналоговые извещатели должны отвечать ряду дополнительных требований. Реализация этих требований повышает стоимость приборов, но обеспечивает качественно более высокий уровень пожарной защиты по сравнению с пороговыми извещателями.

Измерение чувствительности

Чувствительность дымовых извещателей измеряется в дымовом канале (рис. 2).

Рис. 2. Стенд "Дымовой канал" для испытаний дымовых извещателей

При испытаниях в дымовом канале по НПБ 65– 97 измерялась чувствительность извещателей при линейном увеличении концентрации продуктов горения (аэрозоля) со скоростью не менее 0,015 дБ/м в минуту и не более 0,1 дБ/м в минуту. В качестве материала дымообразования использовался тлеющий хлопчатобумажный фитиль и допускалось использование генератора

аэрозоля с парафиновым маслом со средним диаметром частиц от 0,5 до 1,0 мкм и показателем преломления частиц (1,4±0,1).

По НПБ 65–97 измерение чувствительности извещателей, как и в европейском стандарте по дымовым извещателям EN 54-7, проводилось при скорости воздушного потока 0,2 м/с. А в настоящее время по ГОСТ Р 53325–2009 при измерении чувствительности извещателей скорость воздушного потока устанавливается в пределах 0,20–0,30 м/с. Таким образом допускается увеличение скорости воздушного потока в 1,5 раза, и тем самым ГОСТ Р 53325–2009 дает возможность сертификации существенно менее эффективных отечественных дымовых извещателей по сравнению с европейскими и американскими детекторами. Скорость воздушного потока в дымовом канале довольно просто "подкрутить", а вот скорость дыма от реального тлеющего очага увеличить невозможно – как обычно пишут на пожарном сайте 0-1.ру в таких случаях: "А пожару все равно".

Зависимость чувствительности от скорости воздушного потока

Для сравнения: в американском стандарте UL по дымовым детекторам чувствительность детектора в дымовом канале измеряется при скорости воздушного потока 0,152 м/с (30 футов/мин.)! По результатам экспериментальных исследований в реальных условиях эффективность обнаружения тлеющего очага зависит от так называемой критической скорости – минимальной скорости воздушного потока, при которой дым начинает поступать в дымовую камеру извещателя, преодолевая аэродинамическое сопротивление дымозахода. То есть для обнаружения пожара необходимо не только наличие дыма достаточной удельной оптической плотности в месте расположения дымового извещателя, но и величина скорости воздушного потока в направлении дымозахода извещателя больше критической. При скорости воздушного потока менее критической чувствительность извещателя практически равна нулю. В американском стандарте по пожарной сигнализации NFPA 72 приводится расчет расстановки дымовых детекторов по методу критический скорости воздушного потока. Натурные испытания по реальным тлеющим очагам показали, что если в месте размещения дымового детектора была достигнута критическая скорость движения дымогазовоздушной смеси от очага, то концентрация дыма достаточна для формирования сигнала тревоги у дымового порогового извещателя, сертифицированного по UL.

Таким образом, наукообразные разговоры о повышении эффективности отечественных дымовых извещателей за счет реализации различных алгоритмов обработки информации (типа "вычисления первой и второй

производных", "распознавания образов" и т.п.) при наличии "пылезащищенных" дымозаходов со значительным аэродинамическим сопротивлением бессмысленны. Эти извещатели могут продемонстрировать свою эффективность только в дымовом канале при высоких скоростях воздушного потока, а на практике при малых концентрациях и соответственно при малых скоростях воздушного потока дым будет обтекать извещатель, не заходя в дымовую камеру и реального повышения эффективности по сравнению с дымовым извещателем с фиксированным порогом не будет. Очевидно, что извещатель с плохой аэродинамикой не в состоянии формировать сигналы предтревоги, несмотря на то что он сертифицирован как "адресно-аналоговый", и даже если имеется дополнительный порог на более низком уровне, поскольку малые концентрации дыма не обнаруживаются. Реально эти сигналы будут формироваться одновременно, причем значительно позже по сравнению с активацией дымового детектора с минимальным аэродинамическим сопротивлением дымозахода.

Обнаружение тестовых очагов

Натурные испытания точечных дымовых детекторов проводятся в соответствии с европейским стандартом EN 54-7. Аналогичные испытания введены в программу сертификационных испытаний дымовых извещателей в новую версию ГОСТ Р 53325. Испытания проводятся в помещении длиной 10 м, шириной 7 м и высотой 4 м, в центре которого на полу располагается тестовый очаг (рис. 3). На потолке на расстоянии 3 м от центра, в секторе 60 град. располагаются тестируемые извещатели и измерительные приборы.

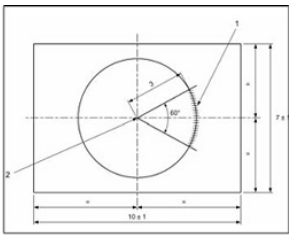

Рис. 3. План тестового помещения

По стандарту EN 54-7 сертификационные испытания проводятся на 20 образцах, а испытания по тестовым очагам проходят 4 наименее чувствительных детектора по испытаниям в дымовом канале. У нас почему-то предполагается проводить все испытания всего лишь на 6 извещателях, без указания того, на каких 4 извещателях проводить испытания по тестовым очагам, что будет значительно снижать достоверность полученных результатов.

То, что некоторые наши дымовые извещатели создавались для работы в дымовом канале, а не для обнаружения реальных очагов, уже выяснилось при проведении сравнительных испытаний по тестовым очагам отделом пожарной

автоматики ФГУ ВНИИПО МЧС России (отражены в публикациях В.Л. Здора, заместителя начальника научно-исследовательского центра пожарно-спасательной техники, начальника отдела пожарной автоматики ФГУ ВНИИПО МЧС России).

Довольно большое количество точечных дымовых извещателей различных производителей были испытаны в дымовом канале при тлении хлопчатобумажного фитиля. Все извещатели по чувствительности уложились в допустимый интервал 0,05–0,2 дБ/м и были условно разделены на 2 группы:

• первая – с высокой чувствительностью 0,07– 0,1 дБ/м;
• вторая – с низкой чувствительностью более 0,1 дБ/м.
Затем были проведены испытания в тестовом помещении по тестовым очагам тления хлопка со свечением ТП-3 и горение n-гептана ТП-5. Очаг ТП-3 состоит примерно из 90 хлопковых фитилей длиной 800 мм и массой по 3 г, прикрепленных к металлическому кольцу диаметром 100 мм, подвешенному на штативе (рис. 4).

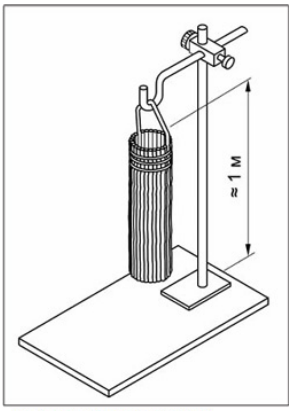

Рис. 4. Вид тестового очага ТП-3 (тление хлопка со свечением)

Собранные в пучок концы фитилей поджигают открытым пламенем, затем пламя задувают до появления тления, сопровождающегося свечением. Испытания прекращаются при достижении удельной оптической плотности среды 2 дБ/м, которая должна быть достигнута через 280–750 с (рис. 5).

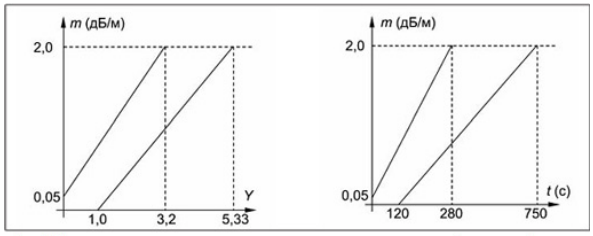

Рис. 5. Пределы изменения концентрации продуктов горения и удельной оптической плотности для очага ТП-3

Очаг ТП-3 характеризуется низким тепловыделением и соответственно малыми скоростями воздушных потоков под потолком. Температура в месте установки извещателей практически не изменяется в процессе испытаний.

Очаг ТП-5 – это 650 г n-гептана с добавлением 3% толуола по объему, в квадратном поддоне из стали размером 33x33x5 см (площадь очага около 0,1 кв. м). Поджигается n-гептан огнем, искрой и т.п. Развитие очага происходит таким образом, что изменение удельной оптической плотности находится в пределах, показанных на рис. 6.

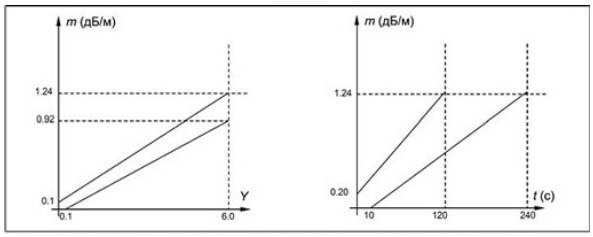

Рис. 6. Пределы изменения концентрации продуктов горения и удельной оптической плотности для очага ТП-5

При испытаниях все четыре детектора должны активизироваться до достижения концентрации продуктов горения Y = 6 через 120–240 с. При развитии этого очага происходит значительное тепловыделение, повышение температуры должно составлять минимум 35 °С. Это определяет высокие скорости воздушных потоков, способных в отличие от случая тлеющих очагов преодолевать даже значительное аэродинамическое сопротивление дымовых камер. С другой стороны, развитие очага ТП-5 происходит в несколько раз быстрее тлеющего очага ТП-3.

Тестовый очаг – момент истины, или "А пожару все равно!"

Оказалось, что очередность сработки извещателей при испытаниях по тлеющему очагу ТП-3 определялась в большей степени конструкцией извещателя, а не величиной чувствительности, показанной в дымовом канале. Извещатели с мягко говоря "неудачной" конструкцией (с высоким аэродинамическим сопротивлением дымозахода, с обтекаемыми корпусами минимальных размеров и т.д.) при высокой чувствительности в дымовом канале срабатывали позже извещателей с более низкой чувствительностью, но с хорошей вентилируемостью дымовой камеры. А при испытаниях по открытому очагу горения n-гептана ТП-5 очередность сработки извещателей соответствовала величинам значений удельной оптической плотности, при которых они срабатывали в дымовом канале.

Таким образом, очевидно, что скорость воздушного потока в дымовом канале, при которой измерялась чувствительность извещателей, значительно выше реальных скоростей движения дыма от тлеющих очагов. Совершенно понятно также, что извещатели с пониженной чувствительностью и одновременно с плохой аэродинамикой не пройдут испытания на обнаружение тлеющих тестовых очагов ТП-2 (тление дерева) и ТП-3 (тление хлопка).

Следовательно, значения чувствительности извещателей, полученные при испытаниях в дымовом канале при скоростях воздушного потока 0,2–0,3 м/с, не дают адекватного представления об эффективности работы извещателей в реальных условиях. Более логичный выбор скорости воздушного потока в дымовом канале на уровне 0,152 м/с в американском стандарте UL. Проведение испытаний по тестовым очагам по новой версии ГОСТ Р 53325 может стать серьезным испытанием для наших дымовых пожарных извещателей, но и обеспечит существенное повышение эффективности работы пожарной автоматики.