

Новые технологии в аспирационных дымовых извещателях



Игорь Неплохов
Технический директор ГК "Пожтехника" по ПС, к.т.н.

Принцип аспирации в пожарных извещателях сам по себе является инновационной технологией, которая была изобретена сравнительно недавно – около 30 лет назад. Только в 2009 г. требования по техническим характеристикам и по размещению извещателей пожарных дымовых аспирационных (ИПДА) были определены в ГОСТ Р 53325–2009 "Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний" и в своде правил СП 5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования"

В отличие от пожарных извещателей других типов ИПДА не имеют нормативного ограничения максимального уровня чувствительности, благодаря чему сформировалось основное направление их развития – безграничное повышение чувствительности и сокращение времени транспортировки проб воздуха. Сверхраннее обнаружение признаков пожарной опасности аспирационным извещателем класса А обеспечивает минимальный прямой и косвенный ущерб (рис. 1).



Рис. 1. Время обнаружения очага в зависимости от чувствительности и типа извещателя

Инновационные аспирационные извещатели с чувствительностью, превышающей требования класса А, позволяют обнаружить пиролиз перегретого кабеля (паров пластика) даже до появления видимого дыма и запаха гари.

Эффективная защита любых объектов

Пожарные аспирационные извещатели благодаря уникальной конструкции могут обеспечить противопожарную защиту практически любых объектов на максимально высоком уровне. Некоторые объекты могут быть реально защищены только аспирационными извещателями, например зоны с высокими скоростями воздушных потоков – центры обработки данных, помещения с телекоммуникационным оборудованием, чистые помещения с избыточным давлением, зоны с экстремально высокими или низкими температурами, помещения с высокими потолками, куполообразной формы, с балками и воздуховодами под перекрытием. Аспирационные извещатели с пластиковыми трубами обеспечивают полное отсутствие электромагнитных помех в помещениях, где установлено высокоточное оборудование, чувствительное к помехам: в экранированных камерах (клетках Фарадея) с установками компьютерной магнито-резонансной и позитронной-эмиссионной томографии, в операционных, в барокамерах и т.д.

Конструкция и принцип действия

Аспирационный извещатель имеет систему труб с воздухозаборными отверстиями и производит доставку проб воздуха (аспирацию) из защищаемого помещения (зоны) к измерителю оптической плотности среды. Такой принцип построения извещателя, непривычный на первый взгляд, определяет массу преимуществ по сравнению с дымовыми точечными и линейными извещателями. Трубы с воздухозаборными отверстиями располагаются не только под перекрытием, но и (с учетом воздушных потоков в помещении) на воздухозаборных решетках и под фальшполом, при помощи капиллярных ответвлений от трубы контролируются электрические шкафы (рис. 2). Активный отбор проб контролируемой среды в точках расположения воздухозаборных отверстий является принципиальной особенностью аспирационного извещателя. Это положение имеет решающее значение при сравнении эффективности работы аспирационных и точечных извещателей.

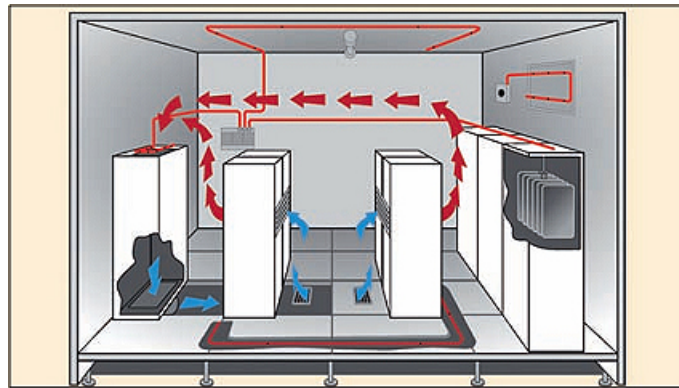


Рис. 2. Расположение труб аспирационного извещателя

Дымовая камера и защитная сетка точечного дымового извещателя создают значительное аэродинамическое сопротивление, и на ранних стадиях развития очага при малых скоростях воздушных потоков дым огибает извещатель, не заходя в дымовую камеру. Концентрация дыма в дымовой камере извещателя, как правило, в 10–15 раз ниже по сравнению с концентрацией дыма в окружающем пространстве. Это определяет допустимую сработку точечных извещателей при стандартных испытаниях на тестовые очаги по ГОСТ Р 53325–2012 при удельной оптической плотности до 2,0 дБ/м (37%/м), видимость в таком дыму не превышает 5 м! Принудительный отбор проб воздуха в ИПДА исключает этот эффект даже при скоростях воздушных потоков, близких к нулю. Благодаря чему на первом этапе развития появился класс ИПДА Point In Box ("точечный в коробке") с точечным дымовым детектором. За счет снижения аэродинамического сопротивления повышалась реальная чувствительность, но при наличии нескольких отверстий обеспечивалась чувствительность только по низшему классу С. Сегодня ИПДА Point In Box практически не выпускаются из-за низкой чувствительности.

Ультравысокая чувствительность

Специализированные измерители оптической плотности, которые используются в современных ИПДА класса А, значительно эффективнее, чем построенные на базе стандартного точечного дымового извещателя. Конструкция ИПДА исключает воздействие внешней засветки, поэтому нет необходимости в использовании защитного лабиринта на входе дымовой камеры. Наличие постоянного потока воздуха заданного направления позволяет оптимизировать расположение оптопары, использование новых сверхъярких светодиодов и фокусировка при помощи линз значительно повышают уровень подсветки частиц дыма и одновременно снижают уровень переотраженного сигнала от стенок дымовой камеры, расположение оптических элементов выбирается также исходя из минимального осаждения пыли на их поверхности (рис. 3).

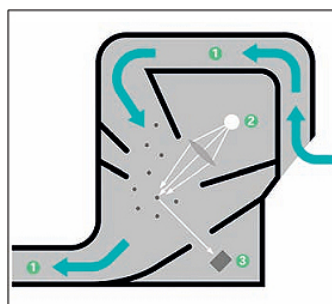


Рис. 3. Пример конструкции дымовой камеры ИПДА: 1) воздушный поток; 2) сверхъяркий светодиод; 3) фотодиод

Кроме того, измеритель оптической плотности ИПДА может иметь значительно большие размеры по сравнению с дымовой камерой точечного извещателя, что дает возможность использовать линзы больших размеров, устанавливать дополнительные бленды для снижения уровня боковых лепестков излучения и формировать камеры, имитирующие абсолютно "черное тело" для поглощения света за границами измерительной зоны (рис. 4).

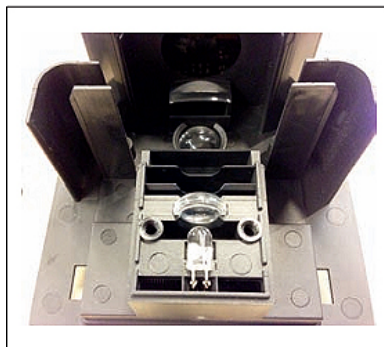


Рис. 4. Конструкция дымовой камеры ИПДА с двумя линзами

Эти инновации позволили реализовать формирование сигналов "Пожар" на уровне 0,015– 0,02 %/м (0,00065–0,00087 дБ/м) и "Предтревога" на уровне 0,002–0,005 %/м (0,000087–0,0002 дБ/м). Такая чувствительность допускает наличие нескольких десятков воздухозаборных отверстий с чувствительностью класса А по сигналу "Пожар" и класса А+ по сигналу "Предтревога".

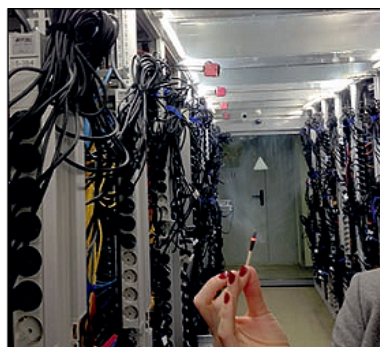


Рис. 5. Дымовая тестовая свечка SmokeMatch

ИПДА с чувствительностью 0,002 %/м может реально обнаруживать незначительные концентрации дыма в ЦОД с высоким уровнем воздушных потоков. При контроле на воздухозаборной решетке фильтров системы охлаждения ЦОД дым от тестовой свечки обнаруживается за время 8–16 с, в зависимости от места расположения теста. При расположении тестовой свечки в середине горячего коридора (рис. 5) сигналы "Предтревога 1" на уровне 0,002 %/м формировались через 8–10 с, сигналы "Предтревога 2" на уровне 0,004 %/м – через 10–12 с (рис. 6).

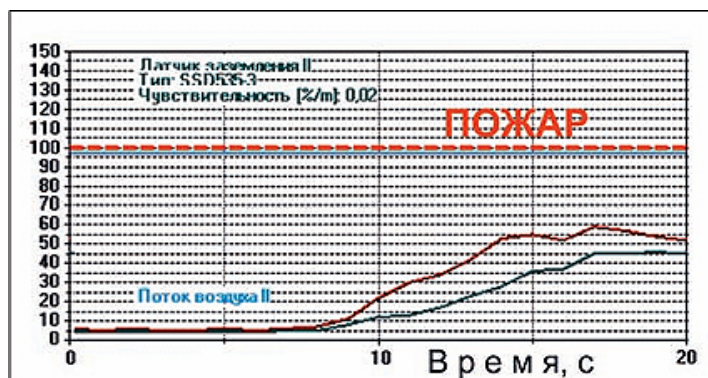


Рис. 6. Обнаружение дыма тестовой свечки в середине горячего коридора

Дальнейшее повышение чувствительности до величин порядка 0,0002 %/м (0,00001 дБ/м) (что позволяет контролировать фоновый уровень оптической плотности даже в чистых гермозонах) возможно при

использовании в качестве излучателя коротковолнового ультрафиолетового лазера. Применение в качестве приемного устройства цветной видеоматрицы 330 000 пкс дополнительно обеспечивает возможность анализа состава частиц и идентификации типа дыма. Кроме того, дополнительный фильтр тонкой очистки формирует поток совершенно чистого воздуха для создания воздушного барьера в дымовой камере, который изолирует оптические поверхности от соприкосновения с контролируемыми пробами воздуха.

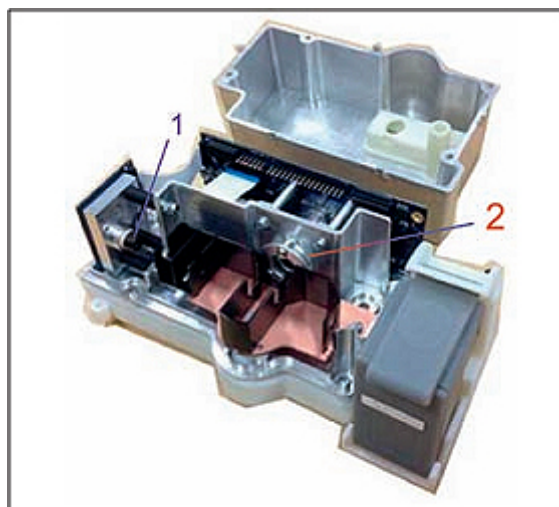


Рис. 7. Лазерная дымовая камера:
1) УФ-лазер; 2) цветная видеоматрица

Это самый эффективный способ защиты от загрязнения лазера и сенсора. Пробы воздуха поступают только в зону анализа содержания проб воздуха – в место пересечения оптических осей УФ-лазера и приемного устройства (рис. 7).

Концентрация веществ, опасных для человека

По статистике более 25% пожаров возникает в результате неисправности электропроводки и электрооборудования. Электрический кабель на значительной части объектов является основной пожарной нагрузкой. Обнаружение минимальной концентрации дыма от перегрева кабеля в помещении с электронным оборудованием чрезвычайно важно. При нагреве 1 кг пластиката поливинилхлорида (ПВХ) выделяется около 600 л дымовых газов, в которых хлористый водород HCl составляет 54–58%. Такой объем хлористого водорода HCl при соединении с водяным паром образует около 2 л концентрированной (25%) соляной кислоты, которая конденсируется на электронных платах. Соляная кислота – хороший проводник электрического тока, вызывает многочисленные короткие замыкания на печатных платах и выводит из строя значительную часть оборудования.

Кроме того, следует помнить, что хлористый водород относится ко 2 классу опасности, то есть определяется как высокоопасное сильнодействующее ядовитое вещество. Предельно допустимая концентрация (ПДК) хлористого водорода HCl составляет всего лишь $0,02 \text{ мг/м}^3$.

Вдыхание хлористого водорода вызывает кашель, воспаление верхних дыхательных путей и удушье, а в тяжелых случаях приводит к отеку легких, нарушению работы кровеносной системы и смерти. Хлористый водород ведет к покраснению и ожогам кожи, повреждениям глаз. Для сравнения: монооксид углерода CO (угарный газ), который образуется при тлении хлопка, относится к 4 классу опасности, то есть к малоопасным веществам. ПДК монооксида углерода равен 5 мг/м^3 , что в 250 раз больше ПДК хлористого водорода. Высокая токсичность хлористого водорода создает смертельную опасность для персонала при устранении неисправности в условиях задымления. Положение усугубляется отсутствием в отечественных нормативах обязательного применения безгалогенного кабеля с индексом Н Г. По ГОСТ Р 53769– 2010, количество газов галогенных кислот, выделяемых в пересчете на хлористый водород HCl , для полимерной композиции кабеля нГ-НГ, должно быть не более 5 мг/г , а для поливинилхлоридного пластиката кабеля нГ-LS, который, к сожалению, широко используется в настоящее время, допускается выделение газов галогенных кислот до 140 мг/г – в 28 раз больше!

Обнаружение "невидимого" дыма

В зарубежных стандартах по противопожарной защите помещений с электронным оборудованием определены параметры тестов с перегревом небольших отрезков кабеля 2 м и 1 м при подключении к источнику питания напряжением 6 В (см. таблицу). Кабель длиной 2 м имеет в 2 раза большее сопротивление по сравнению с кабелем длиной 1 м. Соответственно, при нагреве 1 м кабеля выделяется

видимый дым, а отрезок кабеля длиной 2 м нагревается до меньшей температуры, происходит пиролиз изоляции кабеля – испарение пластификатора с поверхности изоляции, а видимый дым отсутствует.

Параметры тестов с перегревом кабеля по BS6266

Параметр	Тест с 2 м кабеля	Тест с 1 м кабеля
Тип кабеля	Медный кабель сечением 0,078 мм ² , ПВХ-изоляция толщиной 0,3 мм	
Характеристика дыма	Дым очень легкий (слабо виден). Газообразный HCl вряд ли будет выделяться при низкой температуре проводника. Основной составляющей дыма является пластификатор	Более видимый дым, чем при тесте с 2 м кабеля. Благодаря более высокой температуре проводника образуется небольшое количество газообразного HCl
Продолжительность нагрева кабеля	180 с	60 с
Параметры источника питания	Напряжение 6 В, ток до 15 А, определяется сопротивлением кабеля	Напряжение 6 В, ток до 15 А, определяется сопротивлением кабеля
Критерий "прошел /не прошел"	Пожарная система должна среагировать не позднее 120 с после окончания нагрева кабеля	

Инновационные аспирационные извещатели обнаруживают и видимые дымы от перегрева кабеля и, что важно, "невидимые" дымы с частицами значительно меньших размеров, которые выделяются на ранней стадии перегрева кабеля. Не случайно во всех трех примерах конструкций дымовых камер ИПДА угол между оптическими осями излучателя и приемника примерно равен 90 град., что обеспечивает более высокую чувствительность по дымам с минимальными размерами частиц.

Для оценки уровня защиты помещений аспирационными извещателями выпускаются инновационные тестовые комплексы, обеспечивающие стабилизацию температуры нагрева кабеля для выделения "невидимого" дыма продолжительное время, что ведет к высокой достоверности теста. На рис. 8 показан блок управления и индикации температуры нагрева кабеля в градусах (°C) с таймером.

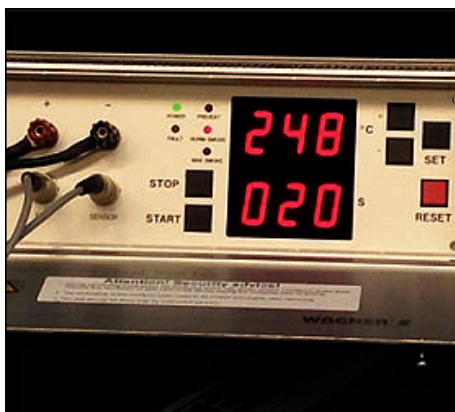


Рис. 8. Температура нагрева кабеля 248 °C, 20 секунда теста

Нагреваемый кабель размещается в отдельном корпусе вместе с датчиком температуры и вентилятором, который сдувает пары пластика (рис. 9).

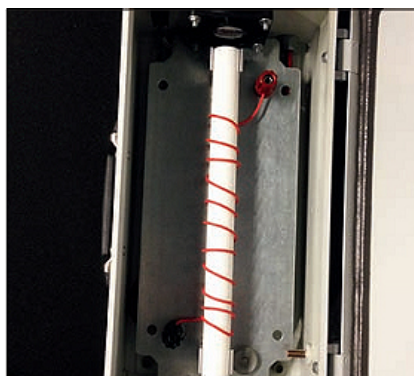


Рис. 9. Тестовый кабель, вентилятор, датчик температуры

В начале теста кабель прогревается при температуре 150 °С в течение 1 мин, затем температура повышается до 250 °С и одновременно включается таймер. Аспирационный извещатель обнаруживает невидимые невооруженным глазом пары изоляции кабеля примерно через 1 мин. (рис. 10).



Рис. 10. Аспирационный извещатель обнаруживает пары изоляции кабеля примерно за 1 мин

Только в конце теста появляется легкий запах нагретой изоляции. Перед началом теста и по его окончании производится взвешивание кабеля на прецизионных весах. Результаты измерений показали, что в процессе проведения теста с поверхности кабеля испарилось всего лишь 40 мг пластика.

Мониторинг и отображение информации

Инновационные ИПДА предоставляют разнообразные сетевые и программные возможности, которые значительно снижают затраты на:

- установку;
- ввод в эксплуатацию;
- мониторинг и управление через обширные возможности подключения с использованием инструментов удаленного диагностирования, включая встроенный Wi-Fi и Ethernet.

Сенсорный цветной ЖК-дисплей наглядно отображает:

- режим работы ИПДА;
- уровень дыма в цифровом виде с дискретом 0,0001 %/м;
- значения порогов срабатывания;
- логотипы видов неисправности;
- уровни воздушного потока в цифровом и графическом виде;
- ресурс фильтра и т.д. (рис. 11).



Рис. 11. Сенсорный ЖК-дисплей ИПДА

Приложения, которые устанавливаются на портативные устройства на базе Android или iOS, контролируют и поддерживают систему с числом ИПДА более 253 штук по Wi-Fi. Доступна подробная информация по каждому аспирационному извещателю:

- текущее значение оптической плотности среды в цифровом виде;
- установленные пороги тревог и предтревог;
- степень загрязнения фильтров;
- графики изменения оптической плотности среды и воздушных потоков в реальном масштабе времени (рис. 12).



Рис. 12. Мониторинг сети ИПДА по Wi-Fi

Таким образом, современные аспирационные извещатели класса А+ обеспечивают обнаружение "невидимого" дыма на этапе пиролиза изоляции кабеля, до выделения видимого дыма, что позволяет ликвидировать признаки пожарной опасности с минимальным ущербом людей и для электронного оборудования. Современное тестовое оборудование дает возможность оценить уровень защиты любого объекта без прекращения его функционирования. Программы мониторинга по Wi-Fi значительно упрощают контроль сети ИПДА на крупном объекте и сокращают до минимума время реагирования при обнаружении признаков пожарной опасности.

Опубликовано: Журнал "Системы безопасности" #5, 2016

<http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/novye-tehnologii-v-aspiratsionnyh-dymovyh-izveschatel'yah/>