

## Защита пыльных зон дымовыми пожарными извещателями

**Игорь Неплохов, К.Т.Н.,**  
эксперт компании System Sensor

Хорошо известно, что широко распространенные дымовые пожарные извещатели совершенно неработоспособны в определенных зонах (грязные, пыльные объекты, бумажные фабрики, лесопилки и деревообрабатывающие цеха, заводы по переработке зерна и по производству сухих химических продуктов различного назначения, конюшни и другие помещения для содержания животных с автоматически поддерживаемым климатом и т. д.). До сих пор было практически невозможно получить достоверное раннее предупреждение по дыму в подобных условиях. Никакой дымовой детектор не может противостоять влиянию пыли, вызывающей ложные тревоги, и требует неприемлемо частого технического обслуживания. Соответственно, в пыльных зонах, как правило, используют тепловые извещатели, которые не обеспечивают раннего обнаружения пожароопасной ситуации и реагируют только на очаг открытого огня, что определяет значительные материальные потери от пожара и его тушения. В настоящее время в России сертифицированы дымовые пожарные извещатели, специально разработанные для сильно запыленных зона и широко использующиеся за рубежом. В извещателях применяются высокотехнологичные фильтры, защищающие оптическую камеру от пыли в течение длительного срока.

### Структура дыма

По НПБ 65-97 дым составляют твердые или жидкие продукты горения и/или пиролиз в атмосфере. Согласно определению, данному в NFPA 72, дым - это "общее количество видимых и невидимых частиц, образованных в процессе возгорания". Дымовые детекторы, в зависимости от реализованного физического процесса обнаружения дыма и других особенностей конструкции, по-разному реагируют на различные типы частиц. Детекторы, использующие определение концентрации дыма при применении ионизации молекул воздуха, наиболее чувствительны к присутствию очень мелких, невидимых частиц размером от 10 нм. Оптико-электронные детекторы, использующие технологию рассеянного света, наоборот, реагируют на более крупные видимые частицы, размер которых соизмерим с длиной волны. Детекторы, использующие технологию затухания света, определяют как видимые, так и невиди-

мые частицы. На рис. 1 показан относительный уровень чувствительности этих трех способов дымоопределения в зависимости от диаметра частиц, при условии постоянства их суммарной массы.

Обычно считается, что размер частиц дыма варьируется, начиная от диаметра меньше микрона, преобладающих в горящем пламени, и до частиц, которые крупнее на порядок и более, что является характеристикой очага в беспламенной стадии горения. Фактический размер частиц зависит от совокупности переменных, например, от физического состава очага, наличия кислорода, в том числе в воздухе, газообмена и от других характеристик окружающей среды, особенно от влажности. Более того, размер частиц дыма непостоянен, по мере охлаждения газа, частицы размером меньше микрона соединяются друг с другом, и самые крупные частицы выпадают в осадок. Другими словами, при удалении дыма от очага в распределении размера частиц наблюдается относительное снижение числа частиц наименьшего размера. Водяные пары, которые всегда в большом объеме присутствуют в месте пожара, при достаточном охлаждении будут конденсироваться и формировать частицы тумана - эффект, часто наблюдаемый над высокими трубами.

При тлеющих пожарах с участием углеродосодержащих материалов, в основном, выделяются серые дымы с размером частиц, соизмеримым с 1 мкм, при горении пластмасс и горючих жидкостей образуются аэрозоли с еще меньшими размерами частиц. Таким образом, вполне возможна защита оптической камеры от пыли мелкодисперсными фильтрами, с ячейкой порядка нескольких десятков микрон, которые будут задерживать пыль, одновременно пропуская чистый воздух и частицы дыма. Естественно, в этом случае требуется создание воздушного потока в оптическую камеру путем использования турбины. Существует два технических решения, реализующих данный принцип:

- установка непосредственно в корпусе точечного оптического детектора фильтров с минитурбиной;
- блок с точечным извещателем и турбиной с внешним фильтром и воздухопроводом в защищаемой зоне.

### Точечное исполнение - FTX-P1 Filtrex

Адресно-аналоговый дымовой оптико-электронный извещатель, разработанный для грязных, пыльных зон, носит название "Филтрекс". В нем установлены два

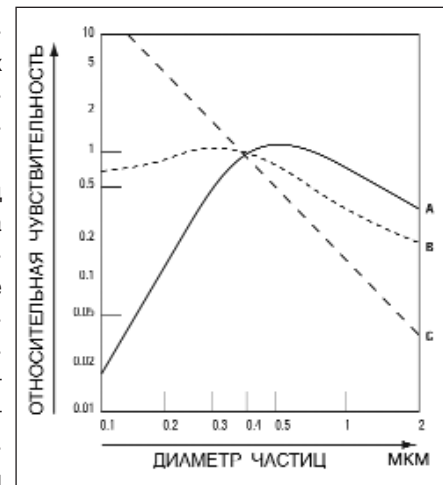


Рис. 1. Относительная чувствительность детекторов в зависимости от размера частиц дыма. Способы детектирования: **A** – рассеяние света, **B** – затухание света, **C** – ионизационный (Источник: NBS IR78-1502, "Smoke Measurements In Large and Small Scale Fire Testing" by Richard W. Bukowski)

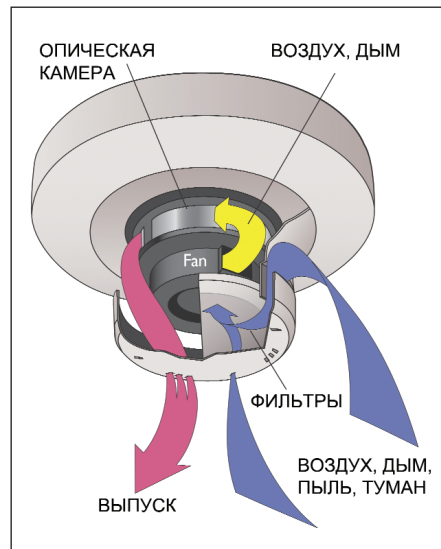


Рис. 2 Принцип действия "Фильтрекса"

30 микронных фильтра и микротурбина для нагнетания воздуха в дымовую камеру (рис. 2). Один фильтр встроен в съемную крышку извещателя, второй установлен на корпусе непосредственно перед турбиной. При работе извещателя пыль или водяная взвесь остается на поверхностях фильтров, а для оценки оптической плотности в дымовую камеру поступает только воздух с частицами дыма. Герметизация при помощи прокладок из пористой резины исключает попадание пыли через другие соединения в конструкции извещателя.

Микротурбина управляется отдельным процессором, включается периодически каждые 30 секунд на 5 секунд, что обеспечивает снижение среднего тока потребления до 16 мА при напряжении питания 24 В. Специальная схема с датчиком потока воздуха контролирует прохождение воздуха через фильтры и оптическую камеру. Контроль прохождения воздуха проводится каждые 4 часа. При значительном загрязнении фильтров и снижении воздушного потока до установленного порога формируется сигнал неисправности на приемно-контрольный прибор. После дальнейшего уменьшения воздушного потока, через некоторое время, происходит отключение микротурбины. Включение извещателя "Фильтрекс" в дежурный режим после замены фильтра происходит автоматически.

Входящие и выходящие воздушные потоки в корпусе извещателя оптимизированы: большая часть площади фильтров используется для фильтрации входного воздушного потока (рис. 3), меньшая - для выпуска воздуха. После прохождения через оптическую камеру воздушный поток выходит из корпуса извещателя через четыре боковых сектора, не смешиваясь с входным потоком.



Рис. 3 Расположение фильтров в крышке и на корпусе

тическая камера длительное время остается чистой, что значительно снижает трудоемкость технического обслуживания даже по сравнению с обычными извещателями в относительно чистых зонах. Периодически требуется замена первого фильтра, установленного в крышке. Для упрощения этой процедуры можно заменять фильтр вместе с крышкой.

## Эффективность "Фильтрекса"

Для определения эффективности "Фильтрекса" проводились сравнительные испытания различного типа, в том числе на различные тестовые пожары и на влияние пыли. На рис. 5 приведен график изменения аналогового сигнала "Фильтрекса" при испытаниях по стандарту UL 268 на тление 10 деревянных брусков длиной порядка 75 мм на электрической плитке, которая медленно нагревается до температуры примерно 500°F (260°C) (в отличие от тестового очага ТП-2 по ГОСТ Р50898 "Извещатели пожарные. Огневые испытания", где должен обеспечиваться подъем температуры на поверхности плиты до 600°C за 660 с). Начало выделения дыма отмечается примерно через 20 минут после включения плитки. Сигнал тревоги формируется примерно через 20 минут после появления дыма. При меньших концентрациях дыма адресно-аналоговой ПКП формирует сигнал "Предупреждение". Необходимо отметить, что даже на верхней границе диапазона измерений оптической плотности среды "Фильтрексом" не было зафиксировано увеличения температуры в месте установки извещателя. Это указывает на неизмеримо более высокую эффективность "Фильтрекса" по сравнению не только с максимальным тепловым извещателем, но даже с максимально-дифференциальными или адресно-аналоговыми тепловыми извещателями. При защите объекта дымовым пожарным извещателем "Фильтрекс" реально обеспечивается раннее обнаружение пожароопасной ситуации, что позволяет исключить ее развитие в пожар.



Рис. 4 Результат работы фильтров

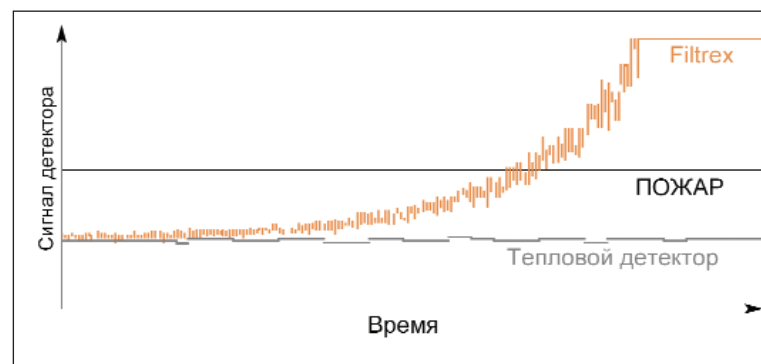


Рис. 5 Реакция "Фильтрекса" и теплового детектора на тлеющий пожар

обнаружение пожароопасной ситуации, что позволяет исключить ее развитие в пожар.

В следующем испытании проводилось сравнение "Фильтрекса" со стандартным

со стандартным



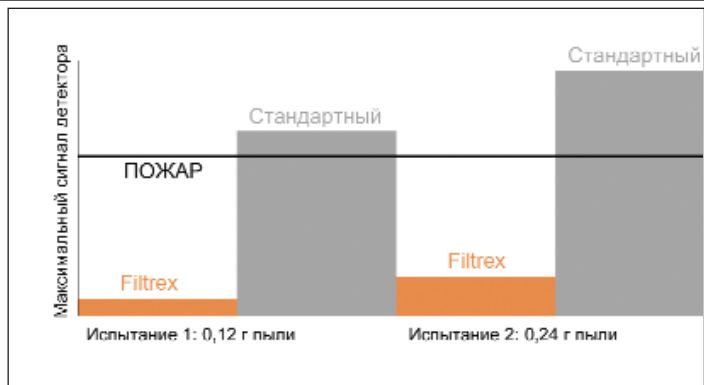


Рис. 6 Влияние пыли в воздухе на "Филтрекс" и на стандартный дымовой извещатель

на рис. 6, построенной по результатам испытаний, следует, что, в то время как в стандартном дымовом извещателе рассеяние на частицах пыли создает сигнал, превышающий порог тревоги и вызывающий ложное срабатывание, в "Филтрексе" уровень сигнала незначительно отличается от минимального уровня, соответствующего чистому воздуху.

### Опыт эксплуатации в реальных условиях

"Филтрексы" успешно эксплуатируются в различных странах на мукомольных и мясомолочных комбинатах, пилорамах, кондитерских, мыльных и мебельных фабриках, предприятиях по переработке отходов, в целлюлозобумажной индустрии и пр. В этих тяжелых условиях (пыль, водяная взвесь) обычные дымовые извещатели не могут использоваться из-за ложных срабатываний, "Филтрексы" же демонстрируют высокую достоверность сигналов "Пожар".

Несколько впечатляющих примеров: мебельная фабрика в Германии, в условиях запыленности которой не мог работать ни один дымовой извещатель. Спустя 15 месяцев после установки "Филтрексов" - ни одного случая ложного срабатывания или замены фильтров! На мыльной фабрике в Швеции, где содовая пыль вызывает ложное срабатывание оптико-электронных извещателей через 48 часов, в течение 12 месяцев использования "Филтрексов" - ни одного ложного срабатывания! На мукомольном производстве "Rank Hovis" UK, где обычные дымовые извещатели давали постоянные ложные тревоги, "Филтрексы" проработали

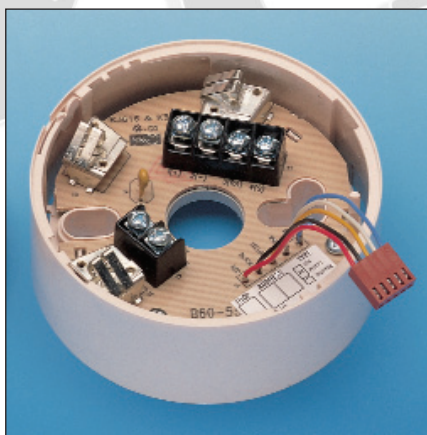


Рис. 7. Базовое основание B524FTXE для подключения извещателя "Филтрекс"

оптико-электронным дымовым извещателем. Тестирование проводилось в запыленном ящике размером 18х19х66 дюймов (объемом 0,37 м³) с воздушно-пылевой средой. В первом испытании масса пыли была равна 0,12 г, во втором 0,24 г. Из диаграммы, приведенной

уже 11 месяцев без ложных тревог и без замены фильтров. Переработка мяса в Германии (опилки, водяная пыль), постоянные ложные тревоги от дымовых и от ионизационных извещателей, в течение 15 месяцев работы "Филтрексов" ни одного ложного срабатывания.

### Подключение Filtrex к ААПКП

Извещатели Филтрекс подключаются к адресно-аналоговым ПКП, поддерживающим протокол 200 "Систем Сенсор", с использованием базовых оснований B524FTXE (рис. 7). К базе подключается адресно-аналоговая петля и источник питания 24 В, есть терминалы для выносного индикатора и соединения экрана кабеля.

Более подробная информация по условиям эксплуатации и другие технические характеристики приведены в руководстве "Систем Сенсор" "Filtrex - a Smoke Detector for Difficult Environments".

### Защита больших площадей и протяженных зон

Для пыльных помещений больших размеров, а также труднодоступных в плане обслуживания зон оптимально использовать аспирационный пожарный дымовой извещатель. В отличие от точечного дымового извещателя, он состоит из трубы или системы труб с отверстиями для забора воздуха, блока с точечным дымовым извещателем и с аспиратором для обеспечения потока воздуха (рис. 8).

Причем даже в пыльной зоне могут использоваться ультрачувствительные извещатели серий LASD и ASD-7251 с лазерными извещателями 7251, с предварительными сигналами тревоги на минимальных уровнях задымления (рис. 9), либо со стандартной чувствительностью извещатели серий ASD-LEO, ASD-PRO со светодиодными дымовыми извещателями, адресными "Леонардо-О" и неадресными "ПРОФИ-О". Система труб располагается в контролируемой зоне, а аспирационное устройство - центральный блок - может быть установлен в удобном для управления и обслуживания

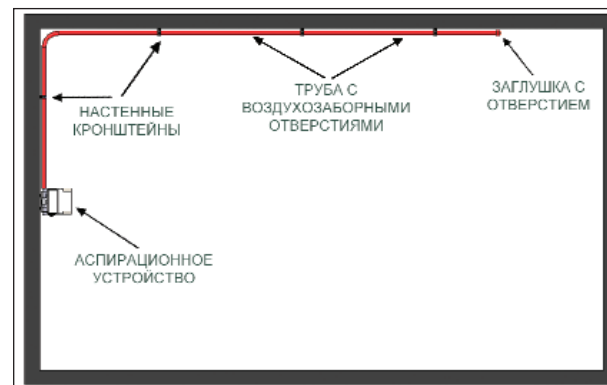


Рис. 8. Расположение аспирационного извещателя

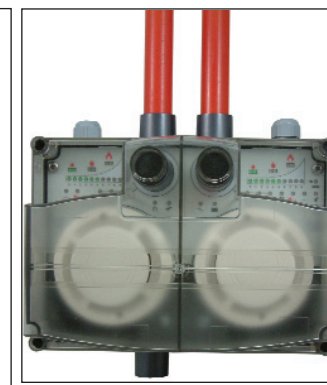


Рис. 9. Центральный блок аспирационного извещателя LASD-2

ния месте в том же или в другом помещении.

Аспирационный извещатель позволяет контролировать большую площадь. Каждая точка отбора проб обеспечивает контроль площади круга радиусом примерно 7,5 м (по европейским нормам), что эквивалентно одному точечному дымовому датчику. По российским нормам, точечные дымовые извещатели устанавливаются через 9 метров, соответственно, одноканальный аспирационный извещатель с трубой длиной 75 метров обеспечивает контроль площади порядка 650 м<sup>2</sup>. При выравнивании чувствительности по различным отверстиям, варьированием их диаметра, и при обеспечении требуемого времени транспортировки воздуха, один канал аспирационного извещателя может по НПБ 88-2001\* контролировать площадь до 1600 м<sup>2</sup>.

Для защиты точечных извещателей от пыли на входе в центральный блок устанавливаются воздушные фильтры, очищающие поступающий воздух. В пыльных зонах используются трехступенчатые встроенные фильтры (грубой, средней и высокой степени очистки) и внешний фильтр FLU1 (рис. 10). В фильтре FLU1 установлен сменный картридж с большой площадью фильтрующего элемента, что снижает аэродинамическое сопротивление при обеспечении высокой степени очистки воздуха. Величина воздушного потока контролируется и формируется сигнал "Неисправность" при засорении фильтров. Программируется скорость вращения турбины (**10 ступеней**), дискрет измерения уровня воздушного потока и допустимые границы измерений. На 10-сегментном светодиодном индикаторе отображаются установленные верхняя и нижняя границы и текущее значение воздушного потока, нижние четыре светодиода дополнительно индицируют: воздушный поток в норме ("OK") - зеленого цвета, выше нормы ("HI↑"), ниже нормы ("LO↓") и нарушение работы турбины - желтого цвета (рис. 11). Вся информация о состоянии контролируемого помещения и самой системы отображается на легко читаемых светодиодных индикаторах.



Рис. 11 Внешний фильтр FLU1

При использовании дополнительной выходной трубы аспирационный извещатель позволяет организовать циркуляцию воздуха по замкнутому циклу. В зависимости от условий эксплуатации могут использоваться воздухозаборные трубки из ABS или UPVC пластика, меди, нержавеющей стали и т.д. диаметром 3/4". В стандартной конфигурации забор

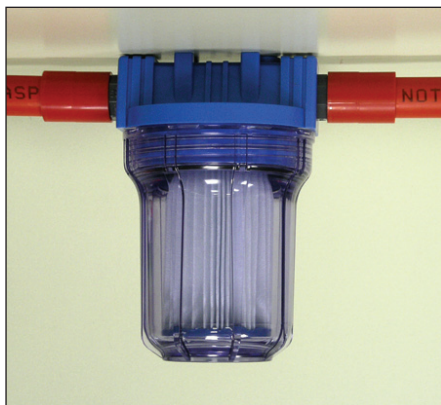


Рис. 10 Внешний фильтр FLU1

воздуха производится через отверстия диаметром 3 мм, направленные вниз для обеспечения оптимального дымозахода, конец воздухозаборной трубы закрывается заглушкой с отверстием диаметром 6 мм для обеспечения равномерного поступления воздуха через различные отверстия. Для выполнения изгибов используются два типа уголков для отклонения трубы на 45° и на 90°. Также поставляются дополнительные монтажные элементы: муфты для соединения труб, тройники, клипсы открытые и закрытые для крепления труб к потолку и т.д. В зонах с высокой влажностью используются устройства для защиты центрального блока от конденсата (рис. 12). Вероятность ложного срабатывания устройства в пыльных помещениях минимизируется посредством программирования соответствующих уровней срабатывания и стабилизацией диапазона измерений. Степень защиты оболочки центрального блока обычно реализуется на уровне IP50 и может быть повышена до IP65.

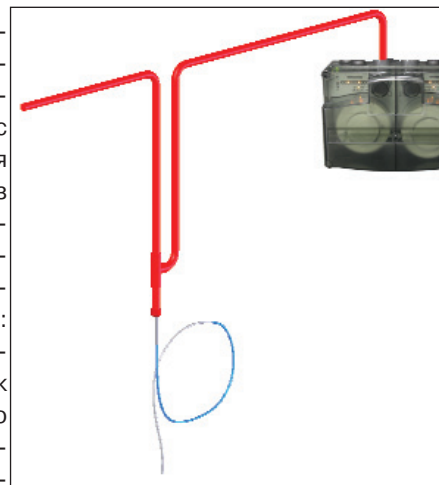


Рис. 12 Y-образное колено для защиты от конденсата

Расчет числа воздухозаборных отверстий и их диаметра, скорости вращения вентилятора, уровня чувствительности и других параметров системы производится с использованием удобной компьютерной программы (поставляется бесплатно). В результате определяется уровень чувствительности по каждому отверстию, выбираются дискреты, на которых устанавливаются предварительные сигналы и сигнал "Пожар", а также выбирается скорость вращения турбины исходя требуемого времени транспортирования воздуха по трубе.

Аспирационные извещатели серии LASD подключаются к любому пороговому ПКП посредством реле. В каждом канале имеются реле "Предупреждение", "Пожар", "Неисправность". Формирование предварительных сигналов позволяет реализовать ультравысокую чувствительность аспирационной системы даже при использовании традиционного порогового ПКП. Реле "Неисправность" формируют соответствующие сигналы по каждому каналу при снижении или увеличении уровня воздушного потока, при изменении числа оборотов вращения турбины, при снижении напряжении питания и т.д.

Адресно-аналоговая версия аспирационных извещателей серии LASD и извещатели серии ASD-7251 подключаются к ААПКП, поддерживающим протокол 200 "Систем Сенсор".

В аспирационных извещателях стандартной чувствительности серии ASD-ППО и ASD-ЛЕО неадресные дымовые извещатели "ПРОФИ-О" (ИП 212-73), или адресные дымовые извещатели "ЛЕОНАРДО-О" (ИП 212-60А) подключаются непосредственно в шлейф совместимого ПКП по двухпроводной схеме. Сигналы "Неисправность" при выходе величины воздушного потока за установленные пределы, транслируются на

ПКП при включении реле "Неисправность" соответствующего канала посредством отключения оконечного элемента шлейфа.

**Дымовые пожарные извещатели точечные FTX-P1 Filtrex и аспирационные серий LASD, ASD с внешними фильтрами могут длительное время эксплуатироваться без технического обслуживания и ложных тревог в пыльных зонах объектов различного назначения. Возможность установки дымовых пожарных извещателей вместо тепловых обеспечивает качественно более высокий уровень пожарной защиты.**

ТИНКО