

*Игорь Неплохов,
технический директор по ПС
компании ADT Security Solutions,
кандидат технических наук*

ИЗВЕЩАТЕЛИ ПОЖАРНЫЕ ДЫМОВЫЕ АСПИРАЦИОННЫЕ. Часть I

Извещатели пожарные дымовые аспирационные (ИПДА) – это извещатели нового поколения, которые могут обеспечить противопожарную защиту объектов на максимально высоком уровне и практически при любых условиях эксплуатации.

В отличие от точечных и линейных аспирационные дымовые извещатели не имеют нормативного ограничения на максимальный уровень чувствительности, а их принцип действия и конструктивные особенности позволяют эффективно защитить самые сложные объекты. Например, зоны с высокими скоростями воздушных потоков, запотолочные и подпольные пространства с экстремально высокими или низкими температурами, пыльные и взрывоопасные зоны, помещения с ограниченным доступом, помещения с высокими потолками, куполообразной формы, с балками и т. д. Возможна скрытая установка труб в запотолочном пространстве, в строительных конструкциях или в декоративных элементах помещения с прозрачными капиллярными трубками для образования выносных воздухозаборных точек.

Аспирационные дымовые пожарные извещатели были изобретены компанией Xtralis более 30 лет назад и уже более 20 лет представлены на российском рынке. До 2009 г. аспирационные извещатели применялись по рекомендациям ВНИИПО, которые разрабатывались для аспирационных извещателей каждого конкретного типа. В 2009 г. требования по установке дымовых аспирационных извещателей были определены в «Своде правил СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования». В том же году был введен в действие ГОСТ Р 53325-2009 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний», в котором были впервые определены технические требования и методика проведения испытаний ИПДА. Эти нормы и требования получили дальнейшее развитие в последующих версиях этих документов: в ГОСТ Р 53325-2012 и в СП 5.13130.2009 с Изменениями № 1.

Наибольший практический интерес представляют лазерные дымовые извещатели класса А, которые в настоящее время достигли фантастической чувствительности 0,0002%/м (0,00001 дБ/м). Лазерные аспирационные извещатели высокой чувствительности обеспечивают максимальный уровень противопожарной защиты в чистых помещениях, в гермозонах, в операционных, в кабинетах компьютерной магнито-резонансной, позитронной-эмиссионной томографии, в барокамерах, в высоких помещениях и в зонах с воздушными потоками: в атриумах, в ЦОД, в ЦУП, промышленных цехах, в

высотных складах и т. д. Высокочувствительные лазерные ИПДА обеспечивают сверхраннее обнаружение пожарной опасности, что определяет минимальные материальные потери, отсутствие необходимости проведения эвакуации и прерывания работы предприятия. Для обеспечения возможности оперативного реагирования персонала формируются на различных уровнях задымления несколько сигналов предтревоги и тревоги. Более узкую область применения имеют аспирационные извещатели с повышенной чувствительностью класса В и класса С со стандартной чувствительностью, т. е. с чувствительностью точечного дымового извещателя.

Принцип действия

По ГОСТ Р 53325-2012 извещатель пожарный аспирационный – это «автоматический извещатель пожарный, обеспечивающий отбор через систему труб с воздухозаборными отверстиями и доставку проб воздуха (аспирацию) из защищаемого помещения (зоны) к устройству обнаружения признака пожара (дыма, изменения химического состава среды)» (рис. 1). Такой принцип построения извещателя, непривычный на первый взгляд, с трубами с воздухозаборными отверстиями и аспиратором, определяет массу преимуществ по сравнению с дымовыми точечными и линейными извещателями. Пробы воздуха из контролируемого помещения поступают в трубы за счет разрежения создаваемого аспиратором, который вместе с измерителем оптической плотности располагается в блоке обработки.

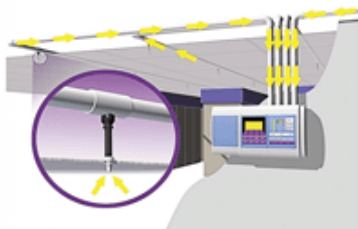


Рис. 1. Конструкция аспирационного дымового извещателя

Принципиальной особенностью аспирационного извещателя является активный отбор проб контролируемой среды в точках расположения воздухозаборных отверстий, это положение имеет решающее значение при сравнении эффективности работы аспирационных извещателей и точечных извещателей. У дымовой камеры точечного извещателя имеется определенное аэродинамическое сопротивление, которое зависит от его конструкции. При малых скоростях воздушных потоков на ранних стадиях развития очага дым просто огибает извещатель и не заходит в дымовую камеру в отличие от ИПДА с отбором проб за счет аспиратора независимо от скорости движения дыма. Небольшой диаметр трубы, как правило, не более 25 мм или капиллярные трубки диаметром 10 мм или даже 6 мм и 4 мм позволяют установить их в местах, где точечные или линейные извещатели не могут быть физически размещены. Естественно, электромагнитные помехи на трубы не оказывают

никакого воздействия, материал труб может быть выбран практически для любых условий эксплуатации, например, для использования в химически агрессивных средах. В пыльных зонах первоначально аспирационные извещатели использовались с дополнительными внешними фильтрами, в настоящее время специально для промышленного применения разработан лазерный аспирационный извещатель с внутренним интеллектуальным фильтром, с минимальными затратами на техническое обслуживание. Диапазон температур в контролируемом помещении также может быть практически любым, в экстремальных случаях возможно использование труб из металла с дополнительным подогревом или охлаждением проб воздуха с отделением конденсата и т. д.

Аспирационный извещатель может защищать значительные площади, порядка нескольких тысяч квадратных метров, при длине труб более 100 м. Такие аспирационные извещатели требуют обязательного аэродинамического расчета исходя из заданного уровня чувствительности, допустимого разбаланса по отверстиям и максимального времени транспортировки проб воздуха. Основная характеристика дымового аспирационного извещателя, как и любого дымового извещателя, чувствительность, у ИПДА напрямую зависит от числа воздухозаборных отверстий. Для аспирационного извещателя определяется максимальное число отверстий для каждого класса чувствительности. Кроме того, необходимо обеспечить баланс чувствительности по отверстиям, т. е. должна быть примерно одинаковая чувствительность по пробам воздуха, поступающим через различные отверстия. При проектировании аспирационных пожарных извещателей необходимо использовать компьютерную программу расчета чувствительности отверстий и времени транспортировки для подтверждения требуемого класса ИПДА, поскольку в Своде правил СП5.13130.2012 определены допустимые высоты защищаемого помещения и области применения для каждого класса аспирационного извещателя.

Классы аспирационных извещателей

В настоящее время по ГОСТ Р 53325-2012 аспирационные дымовые извещатели разделяются по чувствительности на три класса следующим образом:

- класс А – высокой чувствительности, менее 0,035 дБ/м (0,8%/м);
- класс В – повышенной чувствительности, в интервале от 0,035 до 0,088 дБ/м (0,8–2%/м);
- класс С – стандартной чувствительности, в интервале от 0,088 до 0,2 дБ/м (2–4,5%/м).

Для сравнения можно отметить, что по ГОСТ Р 53325-2012 чувствительность точечных извещателей должна устанавливаться в пределах от 0,05 до 0,2 дБ/м (1,15–4,5%/м).

Другая характеристика ИПДА, которая определяет его класс, – это время транспортировки. Высокая чувствительность ИПДА должна сочетаться с малым временем транспортировки. В зависимости от класса аспирационного извещателя время транспортировки проб воздуха от максимально удаленного

дымовсасывающего отверстия до измерителя оптической плотности дыма не должно превышать:

- для класса А – 60 сек;
- для класса В – 90 сек;
- для класса С – 120 сек.

В технических характеристиках на аспирационные извещатели часто указывают диапазон измерения оптической плотности, который имеет справочный характер, но не определяет класс чувствительности. В цифровом или в графическом виде могут отображаться значительно меньшие измеряемые уровни задымления, но класс ИПДА определяется установленным порогом активации извещателя и с учетом числа отверстий. Другими словами, чувствительность ИПДА определяется минимальной удельной оптической плотностью среды вблизи одного отверстия с наименьшей чувствительностью, при которой извещатель формирует сигнал тревоги или предтревоги при условии поступления чистого воздуха через все остальные отверстия.

В ГОСТ Р 53325-2012 чувствительность извещателей указана в дБ/м, но часто удобнее использовать значения удельной оптической плотности в процентах затухания на 1 м: в %/м, получается меньше нулей после запятой. Кроме того, при использовании удельной оптической плотности дыма в %/м значительно проще оценить ее снижение при разбавлении чистым воздухом через остальные отверстия. При двух отверстиях в трубе удельная оптическая плотность в %/м снижается в 2 раза, при 10 отверстиях – в 10 раз, при 100 отверстиях – в 100 раз и т. д. Эти величины связаны между собой простым соотношением:

$m = 10 \lg [100/(100-\Delta)]$, где

Δ – удельная оптическая плотность, %/м;

\lg – десятичный логарифм;

m – удельная оптическая плотность, дБ/м.

Число отверстий ИПДА

В ГОСТ Р 53325-2012 содержится требование указывать в технической документации на ИПДА чувствительность с учетом количества дымовсасывающих отверстий. При наличии нескольких отверстий для забора проб концентрация дыма в пробе воздуха снижается пропорционально объему чистого воздуха, поступающего в трубу через остальные отверстия (рис. 2).

Причем удельная оптическая плотность среды, выраженная в %/м, снижается пропорционально числу отверстий при условии разбаланса по отверстиям.

Например, если в одно воздухозаборное отверстие из 20 поступает дым с удельной оптической плотностью 1%/м (0,044 дБ/м), а через остальные 19 отверстий поступает чистый воздух в таких же объемах, то он разбавляется чистым воздухом в 20 раз, и его плотность при поступлении в измеритель оптической плотности падает в 20 раз и составляет уже 0,05%/м (0,0022 дБ/м). Таким образом, если порог срабатывания установлен на уровне 0,05%/м, то сигнал от извещателя появится при превышении оптической плотности дыма 1%/м по одному из отверстий, что соответствует ИПДА класса В.

В таблице 1 приведены данные для оценки влияния разбавления дыма для различного числа воздухозаборных отверстий в трубе и различных порогов измерителя оптической плотности. Можно отметить, что ИПДА с порогом 0,05%/м (0,0022 дБ/м) имеет чувствительность класса А с 10 отверстиями в трубах с учетом разбаланса, ИПДА с порогом 0,1%/м (0,0043 дБ/м) имеет чувствительность класса А при 5 отверстиях максимум. При использовании в ИПДА точечного дымового извещателя даже при установке максимальной чувствительности около 1%/м (0,044 дБ/м) при одном воздухозаборном отверстии получаем класс В, при 2–4 отверстиях – класс С, 5 отверстий и больше вообще не может быть использовано, поскольку при этом чувствительность выходит за пределы класса С. По этим причинам стандартные точечные извещатели со светодиодной оптопарой практически не выпускаются. Для получения ИПДА класса А могут использоваться лазерные дымовые точечные извещатели, и то с небольшим числом отверстий. Ведущие производители ИПДА разрабатывают специализированные измерители оптической плотности, конструкция которых учитывает наличие постоянного воздушного потока в одном направлении, исключение внешней засветки и т. д.

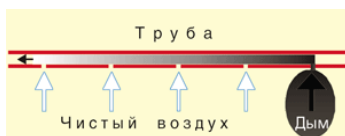


Рис. 2. Снижение концентрации дыма в трубе

Таблица 1. Зависимость чувствительности ИПДА от числа отверстий

Число отверстий	Класс аспирационного извещателя, чувствительность				
	0,05%/м (0,0022 дБ/м) класс А	0,1%/м (0,0043 дБ/м) класс А	0,2%/м (0,0087 дБ/м) класс А	0,5%/м (0,022 дБ/м), класс А	1%/м (0,044 дБ/м), класс В
1	0,05%/м (0,0022 дБ/м) класс А	0,1%/м (0,0043 дБ/м) класс А	0,2%/м (0,0087 дБ/м) класс А	0,5%/м (0,022 дБ/м), класс А	1%/м (0,044 дБ/м), класс В
2	0,1%/м (0,0043 дБ/м) класс А	0,2%/м (0,0087 дБ/м) класс А	0,4%/м (0,0174 дБ/м) класс А	1%/м (0,044 дБ/м) класс В	2%/м (0,088 дБ/м) класс С
5	0,25%/м (0,011 дБ/м) класс А	0,5%/м (0,022 дБ/м) класс А	1%/м (0,044 дБ/м) класс В	2,5%/м (0,11 дБ/м) класс С	5%/м (0,223 дБ/м) -
10	0,5%/м (0,022 дБ/м) класс А	1%/м (0,044 дБ/м) класс В	2%/м (0,088 дБ/м) класс С	5%/м (0,223 дБ/м) -	10%/м (0,458 дБ/м) -
20	1%/м (0,044 дБ/м) класс В	2%/м (0,088 дБ/м) класс С	4%/м (0,177 дБ/м) класс С	10%/м (0,458 дБ/м) -	20%/м (0,969 дБ/м) -
40	2%/м (0,088 дБ/м) класс С	4%/м (0,177 дБ/м) класс С	8%/м (0,362 дБ/м) -	20%/м (0,969 дБ/м) -	40%/м (2,218 дБ/м) -

Чем больше число воздухозаборных отверстий в трубе, тем сильнее проявляется эффект снижения чувствительности аспирационного извещателя. В

действительности расчет разбавления дыма чистым воздухом сложнее, чем это описано выше. Необходимо учитывать размер, число и расположение воздухозаборных отверстий, наличие угловых соединений, тройников и капилляров в системе труб и т. д. При использовании отверстий с одинаковыми диаметрами наибольший воздушный поток поступает через ближайшее к аспиратору отверстие, наименьший – через самое дальнее отверстие, для устранения дисбаланса рассчитываются отверстия с разными диаметрами. Часто для выравнивания воздушных потоков по отверстиям, а соответственно, и по чувствительности в конце трубы устанавливается заглушка с отверстием, площадь которого в несколько раз больше воздухозаборных отверстий, что также должно учитываться при расчете.

Другая важная характеристика, присущая только аспирационному извещателю, – это время транспортировки пробы воздуха из максимально удаленного воздухозаборного отверстия. Время транспортировки зависит от производительности аспиратора, длины труб, количества и диаметров отверстий, конструкции фильтров и т. д. Именно по чувствительности и по времени транспортировки классифицируются аспирационные извещатели, и важно обеспечить данные требования при проектировании, поскольку в Своде правил СП5.13130.2012 определены области применения и допустимая высота защищаемого помещения для каждого класса аспирационного извещателя. В таблице 13.6 СП5.13130.2012 для аспирационного извещателя со стандартной чувствительностью класса С высота установки воздухозаборных труб – до 8 м, с повышенной чувствительностью класса В – до 15 м, с высокой чувствительностью класса А – до 21 м.

Измерение чувствительности ИПДА

Чувствительность ИПДА, как и точечных дымовых извещателей, определяется при испытаниях на стенде «Дымовой канал» (Приложение Д ГОСТ Р 53325-2012) (рис. 3). В аэродинамическую трубу стенда «Дымовой канал» помещают только конец воздухозаборной трубы с одним последним дымовсасывающим отверстием, остальная часть трубы с открытыми отверстиями должна находиться вне «Дымового канала», чтобы через них поступал чистый воздух. При измерении чувствительности в рабочей зоне стенда создают нарастающую концентрацию дыма или аэрозоля со скоростью роста удельной оптической плотности среды от 0,015 до 0,1 дБ/м мин. В момент срабатывания ИПДА фиксируют значение удельной оптической плотности среды и контролируют изменение и сохранение режима работы оптических индикаторов.

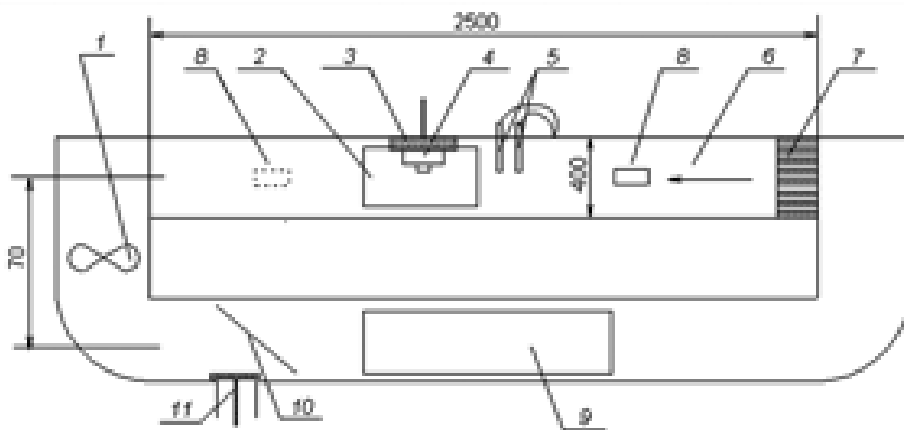


Рис. 3. Стенд «Дымовой канал» для измерения чувствительности дымовых извещателей

1 – вентилятор с двигателем; 2 – крышка отсека для установки испытываемого ИП со стеклянным смотровым окном; 3 – площадка с поворотным устройством для установки испытываемого ИП; 4 – испытываемый ИП; 5 – измерители температуры и скорости потока воздуха; 6 – направление потока воздуха; 7 – линейризатор; 8 – устройство для измерения удельной оптической плотности; 9 – отсек нагревателя; 10 – регулятор скорости потока воздуха; 11 – вентиляционное отверстие.

Но испытания в дымовом канале дымовых извещателей не дают полного представления о реальной чувствительности и эффективности обнаружения очагов пожара. Класс аспирационного извещателя определяется по тестовым очагам соответствующих его классу при заявленном производителем максимальном количестве воздухозаборных отверстий в трубах.

Огневые испытания ИПДА

Огневые испытания дымовых пожарных извещателей по тестовым очагам проводятся в помещении размером 10 x 7 м (площадью 70 м²), высотой 4 м (рис. 4). На полу в центре помещения устанавливается тестовый очаг пожара, а на потолке в трех метрах от его центра в секторе 60° располагается труба аспирационного извещателя с одним воздухозаборным отверстием, а также измеритель удельной оптической плотности среды m (дБ/м) и радиоизотопный измеритель концентрации продуктов горения Y (безразмерная величина). Точечные дымовые извещатели при испытаниях также располагаются в этой зоне на расстоянии 3 м от очага, но в количестве 4 штук. Измеритель оптической плотности ИПДА располагается вне тестового помещения в операторской.

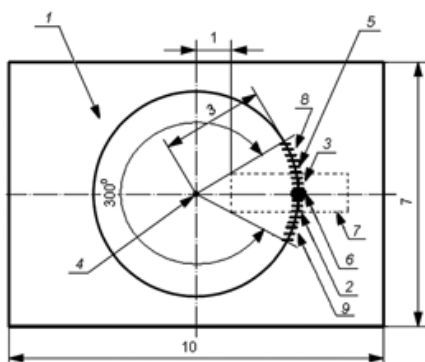


Рис. 4. План тестового помещения (вид сверху).

1 – помещение для проведения огневых испытаний; 2 – измеритель оптической плотности среды; 3 – устройство контроля температуры; 4 – место расположения тестового очага; 5 – измерительная зона точечных ИП; 6 – воздухозаборное отверстие ИПДА; 7 – устройство циркуляции воздуха (только для очагов класса А); 8 – ионизационная камера.

В требованиях ГОСТ Р 53325-2012 указано, что при проведении огневых испытаний ИПДА используется трубопровод с двумя воздухозаборными отверстиями, одно из которых располагается в пределах измерительной зоны (рис. 4), а второе – вне помещения для проведения огневых испытаний, например, в операторской. Очевидно, здесь допущена неточность, поскольку, как и при измерении чувствительности ИПДА в дымовом канале, при огневых испытаниях подтверждается заявленный класс ИПДА с максимально допустимым числом воздухозаборных отверстий, а не с двумя.

ИПДА класса С испытываются по ГОСТ Р 53325-2012 по тестовым очагам достаточно больших размеров, по тем же, что и для точечных дымовых извещателей: тление древесины ТП2, тление хлопка ТП3, горение пенополиуретана ТП4 и горение н-гептана ТП5. Для ИПДА класса В определены очаги средних размеров: ТП2Б, ТП3Б, ТП5Б. ИПДА класса А должны обнаруживать тестовые очаги пожара минимальных размеров: ТП2А, ТП3А, ТП5А, и, кроме того, включается вентиляционная установка (рис. 5) – и дым равномерно распределяется по всему объему помещения. Эта установка в виде короба квадратного сечения с встроенным вентилятором располагается на расстоянии 1 м от очага (рис. 4) и создает воздушный поток со скоростью 1 м/с. Тестовый очаг ТП4 – горение пенополиуретана – не может быть уменьшен физически и используется без изменений при испытаниях ИПДА классов А и В. Этот тестовый очаг состоит из трех пенополиуретановых матов плотностью 20 кг/м³, размером 0,5 x 0,5 м и толщиной 20 мм каждый, продолжительность развития очага не превышает 180 с.

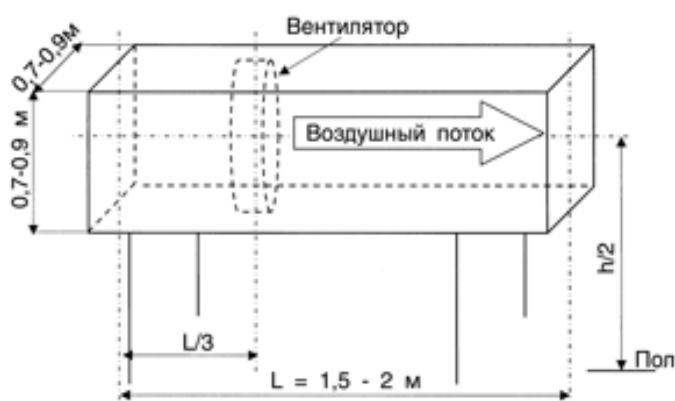


Рис. 5. Вентиляционная установка для очагов класса А

В таблице 2 приведены характеристики тестовых очагов пожара. По сравнению со стандартными тестовыми очагами для ИПДА класса С тестовые класса В имеют примерно в 2 раза меньший размер, а очаги класса А имеют примерно в 3 раза меньший размер. В качестве примера на рис. 6 показан тестовый очаг тления дерева ТП2, состоящий из 10 буковых брусков, тестовый очаг ТП2В – из 6 буковых брусков и тестовый очаг ТП2А – из 3 буковых брусков одинакового размера 75 x 25 x 20 мм. Соответственно, ИПДА класса С должен обнаруживать тлеющие тестовые очаги ТП2 и ТП3 при удельной оптической плотности до 2 дБ/м, ИПДА класса В – до 0,15 дБ/м, а ИПДА класса А – до 0,05 дБ/м (табл. 3).

Таблица 2. Характеристики тестовых очагов пожара

Обозначение очага	Тип горения	Примерный размер очага	Качественные характеристики	
			Интенсивность тепловыделения	Восходящий поток
ТП2	Пиролизное тление дерева	10 брусков	Очень незначительная	Слабый
ТП2Б	Пиролизное тление дерева	6 брусков	Очень незначительная	Слабый
ТП2А	Пиролизное тление дерева	3 бруска	Очень незначительная	Слабый
ТП3	Тление хлопка со свечением	80 фи тилей	Очень незначительная	Очень слабый
ТП3Б	Тление хлопка со свечением	40 фи тилей	Очень незначительная	Очень слабый
ТП3А	Тление хлопка со свечением	30 фи тилей	Очень незначительная	Очень слабый
ТП4	Горение пенополиуретана	0,5 x 0,5 м	Высокая	Сильный
ТП5	Горение н-гептана	0,33 x 0,33 м 650 г	Высокая	Сильный
ТП5Б	Горение н-гептана	0,175 x 0,175 м 200 г	Высокая	Сильный
ТП5А	Горение н-гептана	0,1 x 0,1 м 130 г	Высокая	Сильный

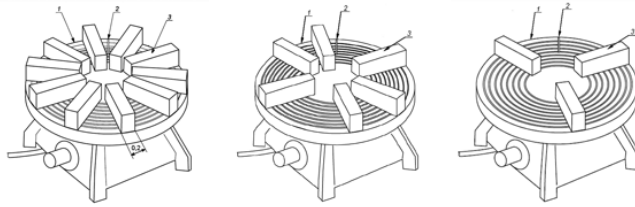


Рис 6. Тестовые очаги ТП2, ТП2В и ТП2А

1 – электрическая плитка; 2 – термопара; 3 – буковые бруски

Таблица 3. Параметры тестовых очагов

Тестовый очаг	Оптическая плотность среды макс., дБ/м		
	Класс А	Класс В	Класс С
ТП2	0,05	0,15	2
ТП3	0,05	0,15	2
ТП4	-	-	1,27–1,73 (фактически, Y = 6)
ТП5	0,1	0,3	0,92–1,24 (фактически, Y = 6)

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что чувствительность ИПДА, измеренная в дымовом канале, даже с учетом разбавления чистым воздухом при максимальном количестве воздухозаборных отверстий не определяет его класс. Высокая чувствительность в дымовом канале не является гарантией получения положительных результатов на огневых испытаниях, так как эти испытания проводятся по различным дымам и эффективность их обнаружения зависит от технологии измерения оптической плотности ИПДА. В европейских стандартах EN 54-20 по аспирационным дымовым извещателям и в EN 54-7 по дымовым точечным извещателям измерения в дымовом канале используются только для оценки стабильности характеристик, без разделения по классам и даже без ограничения по минимальной чувствительности, т. е., в принципе, нет границы 0,2 дБ/м для дымовых извещателей. Эффективность дымовых извещателей всех типов и подтверждение заявленного производителем класса ИПДА проводится только по соответствующим тестовым очагам класса. По результатам проведенных испытаний указывается класс ИПДА и при каком числе воздухозаборных отверстий он был подтвержден. При отсутствии этих данных, полученных в результате проведения огневых испытаний, нет никаких оснований для проектирования и эксплуатации ИПДА в помещениях выше 8 м.

Продолжение следует.

Высокочувствительные аспирационные извещатели FFAST (System Sensor Fire Detectors)

Являются эффективным решением для раннего и сверхраннего обнаружения, обеспечивают защиту от ложных срабатываний в любых условиях.

FFAST можно контролировать различными способами: при помощи графического дисплея, программного обеспечения



Pipe IQ, удаленно через интернет, а также предусмотрена возможность отправки до шести E-mail сообщений.

Благодаря высокой чувствительности (0,0015–13,12%/м), технологии двойного обнаружения и сепаратору частиц извещателя FFAST способны обеспечить максимально раннее обнаружение, что позволяет своевременно устранить возгорание, прежде чем оно приведет к непоправимому ущербу.



TITANUS аспирационные дымовые извещатели LSNi (Bosch)

TITANUS представляют собой активные системы обнаружения пожара, подключенные непосредственно к адресному шлейфу LSNi, и предназначены для раннего обнаружения пожара в контролируемых областях и оборудовании, а также в вентиляционных каналах и устройствах.

Высокая устойчивость к ложным тревогам благодаря интеллектуальной обработке сигнала LOGIC•SENS. Передовой

контроль воздушного потока, включая слежение за одним каналом, обнаруживает засорения и поломки. Начальная установка облегчена автоматической инициализацией. Удобная диагностика с помощью световых сигналов на модуле извещения или диагностического программного обеспечения DIAG.

Защищенность систем от загрязнения, компенсация температурных воздействий на сигнал датчика и инициализация в соответствии с давлением воздуха обеспечивают надежную работу даже в сложных внешних условиях.

TITANUS PRO-SENS® (WAGNER)

Модульная конструкция. Температурный диапазон от - 40 °С до + 60 °С. Пониженный уровень шума 23 дБ (А). Один прибор защищает площадь до 3200 кв. м, количество пожарных тревог – до 6 штук. Максимальное количество воздухозаборных отверстий – до 200 штук. Максимальная длина трубной системы – до 600 м.

Модуль высокой чувствительности: пожар – 0,00065 дБ/м (0,015%/м); предтревога – 0,00046 дБ/м (0,0105%/м); внимание – 0,00020 дБ/м (0,0045%/м).

Модуль повышенной чувствительности: пожар – 0,00435 дБ/м (0,1%/м); предтревога – 0,00304 дБ/м (0,07%/м); внимание – 0,00130 дБ/м (0,03%/м).

Модуль стандартной чувствительности: пожар – 0,02177 дБ/м (0,5%/м); предтревога – 0,01523 дБ/м (0,35%/м); внимание – 0,00652 дБ/м (0,15%/м).



Аспирационный пожарный извещатель (ОАО «НПП «Радар ммс»)

Извещатель пожарный аспирационный отечественной разработки и производства позволяет определять наличие пожароопасной ситуации по

повышению уровня концентрации аэрозоля, выделяющегося при пиролизе материалов задолго до возникновения открытого пламени. Принцип действия изделия основан на электроиндукционном методе контроля параметров аэрозоля, который характеризуется непрерывным измерением в широком диапазоне размеров частиц и высокой чувствительностью.



Порог чувствительности к концентрации аэрозоля – не более 0,01 мг/м³.

Верхняя граница чувствительности к концентрации аэрозоля – не менее 100 мг/м³.

Максимальная длина трубы в луче – 200 м.

Диапазон рабочих температур – от -25 °С до +55 °С.

Дымовая аспирационная система ASD535 Airscreen («Шрак Секонет АГ»)

Высокая чувствительность, скрытый монтаж, увеличенный срок службы, а также интуитивное и быстрое проектирование – вот лишь некоторые из требований, предъявляемых к аспирационным пожарным извещателям последнего поколения.

ASD 535 Airscreen – это самая современная модель универсального аспирационного извещателя.

Два независимых трубопровода с двумя независимыми извещателями. Сенсор с технологией High Dynamic для максимально точной настройки в зависимости от окружающей среды. Многоступенчатая система фильтров для работы в самых тяжелых условиях. Быстрый запуск системы с помощью программы автообучения. Расчет асимметричных трубопроводов с помощью программы PipeFlow в соответствии с EN 54-20. Прямое подключение к адресному шлейфу X-Line системы Integral IP. Настройка и мониторинг с помощью программы AsdConfig. Версия для работы в условиях низких температур ASD 535 LT (Low Temperature).



*Игорь Неплохов, эксперт,
кандидат технических наук*

ИЗВЕЩАТЕЛИ ПОЖАРНЫЕ ДЫМОВЫЕ АСПИРАЦИОННЫЕ ЧАСТЬ 2: НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ТЕСТЫ ДЛЯ ЦОД

Извещатели пожарные дымовые аспирационные (ИПДА) – это устройства нового поколения, которые могут обеспечить противопожарную защиту объектов на максимально высоком уровне и практически при любых условиях эксплуатации. В первой части статьи [1] были рассмотрены принцип действия аспирационных извещателей, классы по чувствительности, методы определения чувствительности и огневые испытания ИПДА различных классов по ГОСТ Р 53325-2012 [2]. Во второй части статьи рассматриваются принципы конфигурирования трубной разводки аспирационных извещателей для эффективного обнаружения признаков пожарной опасности в ЦОД и тесты для оценки уровня противопожарной защиты.

Аспирационные извещатели обеспечивают максимальный уровень противопожарной защиты в чистых помещениях, в гермозонах, в операционных, в кабинетах компьютерной магнитно-резонансной, позитронно-эмиссионной томографии, в барокамерах, в высоких помещениях и в зонах с воздушными потоками: в атриумах, ЦОД, ЦУП, промышленных цехах, в высотных складах и т. д. Обнаружение минимальных концентраций дыма определяет минимальные материальные потери, исключает необходимость проведения эвакуации и прерывания работы предприятия. Для обеспечения возможности оперативного реагирования персонала формируются несколько сигналов предтревоги и тревоги на различных уровнях задымления. Дымовые извещатели класса А в настоящее время достигли фантастической чувствительности 0,0002%/м (0,00001 дБ/м).

Пожарная нагрузка в ЦОД

Обеспечить обнаружение минимальных концентраций дыма в помещениях с электронным оборудованием чрезвычайно важно. При перегреве кабеля выделяется хлористый водород, который при соединении с парами воды образует соляную кислоту. После конденсации соляной кислоты на печатных платах возникают многочисленные короткие замыкания соседних проводников, что приводит к отказу электронного оборудования, не

подверженного значительному нагреву при пожаре. Положение усугубляется отсутствием требования обязательного применения в ЦОД безгалогенного кабеля с индексом HF. По ГОСТ Р 53769–2010 [3] количество газов галогенных кислот, выделяемых в пересчете на хлористый водород HCl, для полимерной композиции кабеля нг-HF, не содержащей галогенов, должно быть не более 5 мг/г, а для поливинилхлоридного пластика кабеля нг-LS допускается выделение газов галогенных кислот в 28 раз больше, не более 140 мг/г. Таким образом при перегреве кабеля с индексом LS выделяется значительный объем хлористого водорода. При нагревании 1 кг пластика поливинилхлорида (ПВХ) выделяется около 600 л дымовых газов, в которых хлористый водород HCl составляет примерно 54–58%. Такой объем хлористого водорода HCl при соединении с водяным паром образует около 2 л концентрированной (25%) соляной кислоты, которая конденсируется на оборудовании, в том числе на электронных платах. Соляная кислота является хорошим проводником электрического тока и вызывает многочисленные короткие замыкания на печатных платах, а также коррозию электрических контактов, тем самым выводит из строя оборудование ЦОД. Причем выделение хлористого водорода HCl из ПВХ начинается уже при температуре +100 °С, при температуре +210 °С поливинилхлорид плавится, а при температуре +300 °С уже около 85% хлористого водорода переходит из изоляции кабеля в газообразное состояние. Таким образом, применение кабеля с индексом LS на большинстве объектов с технической точки зрения не оправданно, но в настоящее время не ограничено нормативно. Поэтому при проведении тестовых испытаний с перегревом кабеля ПВХ в помещениях с электронным оборудованием следует ограничивать объем выделения хлористого водорода HCl для исключения нанесения ущерба электронике.

С другой стороны, хлористый водород является высокоопасным сильнодействующим ядовитым веществом, он относится к 2-му классу опасности. Предельно допустимая концентрация (ПДК) хлористого водорода HCl составляет всего лишь 0,02 мг/м³. 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 вызывает покраснение кожи, ожоги кожи, повреждения глаз. Для сравнения: монооксид углерода CO (угарный газ), который образуется при тлении хлопка, относится к 4-му классу опасности, т. е. к малоопасным веществам. Монооксид углерода имеет ПДК, равный 5 мг/м³, т. е. в 250 раз больше ПДК хлористого водорода. Для защиты персонала от воздействия ядовитого хлористого водорода рекомендуется производить дистанционное включение и выключение нагрева тестового кабеля.

Требования по ИПДА в проекте СП5.13130

Требования по защите помещений с электронным оборудованием достаточно давно сформированы в зарубежных стандартах [4, 5], которые обсуждались в статьях [6, 7]. В новом проекте свода правил СП 5.13130 [8], содержатся аналогичные требования по контролю наличия дыма на вытяжке из помещения:

«14.9.7 Для обеспечения раннего обнаружения пожара допускается размещение воздухозаборных отверстий трубной сети ИПДА на входе трубы вытяжной вентиляции. При расчете количества всасывающих отверстий в этом случае исходить из максимально допустимого соотношения: 1 отверстие на 0,4 м² площади сечения трубы».

С учетом воздушных потоков значительно сокращается величина защищаемой площади:

«14.9.8 В случае защиты помещения с электронным оборудованием максимальная площадь защищаемая одним отверстием трубной сети ИПДА, размещаемой в потолочной части помещения, не должна превышать 25 м²».

Причем величина защищаемой площади варьируется в зависимости от скорости воздушного потока и класса ИПДА:

«14.9.9 Рекомендуются следующие изменения величины защищаемой площади, приходящейся на одно отверстие трубной сети ИПДА:

- уменьшение на 5 м², если скорость воздушного потока на площади, составляющей не менее 25% общей площади помещения, находится в интервале от 1 до 4 м/с;
- уменьшение на 10 м², если величина воздушного потока на площади, составляющей не менее 25% общей площади помещения, больше 4 м/с;
- увеличение на 10 м², если система кондиционирования будет отключена по предварительному сигналу ИПДА о раннем обнаружении дыма;
- увеличение на 5 м², при использовании ИПДА класса А или В».

Как-то странно сформулировано в п. 14.9.7 требование по размещению труб ИПДА на входе вытяжной вентиляции. Обязательного требования нет, такое размещение «допускается» и только «для обеспечения раннего обнаружения пожара». Хотя для ЦОД, несомненно, такое требование должно быть обязательным.

Воздушные потоки в ЦОД

В помещениях с электронным оборудованием воздушные потоки, формируемые системой охлаждения оборудования, исключают возможность концентрации дыма под потолком. В зависимости от размера и потребляемой

мощности ЦОД выбираются различные конструкции систем охлаждения. В простейшем случае используются небольшие сплит-системы с расположением внутреннего блока под потолком. В помещениях большей площади внутренний блок выполняется в виде шкафа. Холодный воздух из кондиционера нагнетается в основное помещение через решетки в фальшполу, поступает в стойки с блоками (рис. 1 а) и далее возвращается в кондиционер через верхнюю часть (рис. 2 б, в). При расходе воздуха 5,25 м³/с и площади воздухозабора 1,5 м² скорость воздушного потока на входе кондиционера составляет порядка 3,5 м/с.

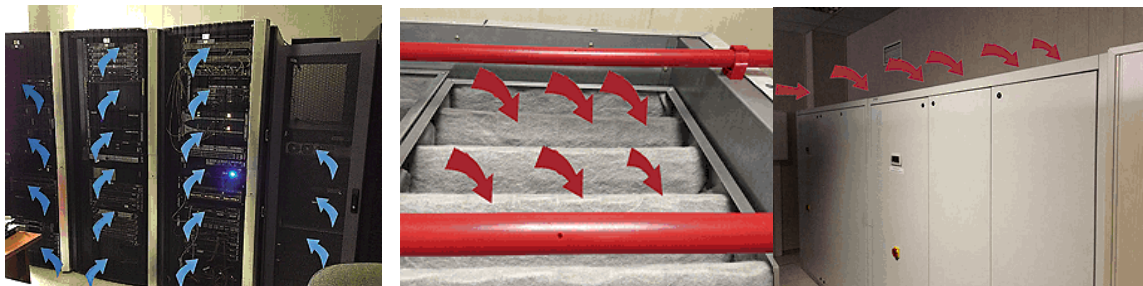


Рис. 1. Холодный воздух поступает в блоки а) теплый – в систему охлаждения б), в)

В ЦОД больших размеров основной объем помещения обязательно разделяется на холодные и горячие коридоры таким образом, что воздух из холодного коридора поступает в горячий только через стойки с оборудованием. Например, в ЦОД на рис. 2 холодный воздух через фальшпол поступает в холодный коридор, который изолирован от основного объема помещения. На рис. 3 показан ЦОД, в котором, наоборот, выделен горячий коридор. Здесь воздушные потоки имеют большие скорости.

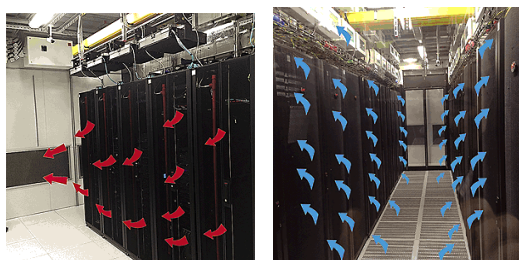


Рис. 2. Холодный коридор (нижний) отделен от основного объема помещения



Рис.3. Горячий коридор (сверху) отделен от основного объема помещения

Чувствительность ИПДА в ЦОД

В помещениях с электронным оборудованием Свод правил СП5.13130 [8] допускает использование ИПДА не только класса А, но и класса В:

«14.9.3 Аспирационные извещатели класса А, В рекомендуются для защиты больших открытых пространств и помещений с высотой помещения более 8 м: в атриумах, производственных цехах, складских помещениях, торговых залах, пассажирских терминалах, спортивных залах и стадионах, цирках, в экспозиционных залах музеев, в картинных галереях и прочее, а также для защиты помещений с большой концентрацией электронной техники: серверные, АТС, центры обработки данных». По ГОСТ Р 53325-2012 [2] аспирационные извещатели высокой чувствительности класса А должны обнаружить концентрацию дыма удельной оптической плотности менее 0,035 дБ/м (0,8%/м), а ИПДА класса В – менее 0,088 дБ/м (2%/м).

Более детальные требования по чувствительности ИПДА приведены в стандарте по защите от пожара телекоммуникационных средств NFPA 76 2016 г. [4]. Помещения площадью более 232 м² (2500 фут²) защищаются системами сверхраннего обнаружения признаков пожарной опасности VEWFD (Very Early Warning Fire Detection), помещения площадью 232 м² и меньше – системами раннего обнаружения признаков пожарной опасности EWFD (Early Warning Fire Detection). Воздухозаборные отверстия аспирационных извещателей рекомендуется располагать прежде всего в ключевых точках, где скорее всего пройдет дым, например, в потоках возвращаемого горячего воздуха и на вытяжных вентиляционных решетках системы охлаждения. В системах сверхраннего обнаружения признаков пожарной опасности VEWFD при расположении отверстий аспирационного извещателя в один уровень защищаемая площадь должна быть ограничена максимальной величиной 18,6 м² (200 фут²) на одно воздухозаборное отверстие. Если трубы с отверстиями расположены в два уровня, то в каждом уровне площадь на отверстие должна быть не более 37,2 м² (400 фут²), причем в проекции площадь на одно отверстие верхнего и нижнего уровня ограничена величиной 18,6 м² (200 фут²). Кроме того, воздух, выходящий из защищаемой зоны, должен обязательно контролироваться на воздухозаборной решетке системы охлаждения из расчета не более 0,4 м² площади на каждое отверстие, что определяет максимальное расстояние между отверстиями не более 0,63 м.

Порог срабатывания для системы раннего обнаружения признаков пожарной опасности EWFD должна быть установлен для формирования сигнала предтревоги на уровне не более 0,65%/м ($\leq 0,029$ дБ/м) удельной оптической плотности среды по каждому отверстию, уровень формирования сигнала «Пожар» – не более 3,2%/м (0,014 дБ/м). Время транспортировки проб воздуха

от максимально удаленного отверстия не должно превышать 60 с.

В системах раннего обнаружения признаков пожарной опасности EWFD защищаемая площадь на воздухозаборное отверстие не более 37,2 м² (400 фут²). Порог срабатывания ИПДА для формирования сигнала «Пожар» не более 5%/м (0,219 дБ/м) удельной оптической плотности среды по каждому отверстию. Время транспортировки от максимально удаленного отверстия не должно превышать 90 с. Требования по системам сверхраннего VEWFD и раннего обнаружения EWFD признаков пожарной опасности по NFPA 76-2016 приведены в таблице 1.

Таблица 1. Требования к системам обнаружения по NFPA 76-2016

Тип сигнала	Сверхраннее обнаружение VEWFD, площадь более 2500 фут ² (232 м ²)			Раннее обнаружение EWFD, площадь не более 2500 фут ² (232 м ²)		
	Чувствительность	Площадь	Расстояние	Чувствительность	Площадь	Расстояние
Предтревога	?0,656 %/м, (?0,029 дБ/м)	18,58 м ² (200 фут ²)	4,31 м (14,14 фут)	-	37,16 м ² (400 фут ²)	6,1 м (20 фут)
«Пожар»	?3,28 %/м (?0,145 дБ/м)			?4,92 %/м (? 0,219 дБ/м)		

Кроме того, в приложении А NFPA 76-2016 даны дополнительные рекомендации по порогам сигналов для различных систем и по защищаемым площадям для помещений с высоким и низким воздухообменом. К воздухозаборным отверстиям, расположенным в потоке нагретого возвращаемого воздуха в горячих коридорах или выше стоек, предъявляются более высокие требования, если воздухообмен превышает величину 30 циклов в час (таблица 2).

Таблица 2. Чувствительность и расстояния между воздухозаборными отверстиями ИПДА

Назначение	Высокий воздухообмен, >30 цикл/час			Низкий воздухообмен, ?30 цикл/час		
	Чувствительность	Площадь	Расстояние	Чувствительность	Площадь	Расстояние
Сверхраннее обнаружение	?0,328%/м (?0,014 дБ/м)	9,29 м ² (100 ft ²)	3,05 м	?0,656%/м (?0,029 дБ/м)	18,58 м ² (200 ft ²)	4,31 м
Управление клапанами, дверьми и шторами	?2,46%/м (?0,108 дБ/м)	18,58 м ² (200 ft ²)	4,31 м	?4,92%/м, (?0,219 дБ/м)	37,16 м ² (400 ft ²)	6,1 м
Запуск пожаротушения	4,92-9,84 %/м (0,219 — 0,45 дБ/м)	18,58 м ² (200 ft ²)	4,31 м	8,2-13,12 %/м, (0,372-0,61 дБ/м)	37,16 м ² (400 ft ²)	6,1 м

Требования по системам сверхраннего обнаружения по NFPA 76-2016 значительно превышают требования, приведенные в проекте СП5.13130, и по чувствительности, и по площади. Полностью исключена возможность

использования ИПДА класса В, а чувствительность ИПДА класса А должна быть повышена в 1,5 раза для помещений с низким воздухообменом и в 2,5 раза для помещений с высоким воздухообменом. Величина защищаемой площади на одно отверстие аспирационного извещателя сокращается до 9,3 м², соответственно, расстояния между отверстиями должны быть не более 3 м. Таким образом, в помещении ЦОД площадью 270 м² трубная сеть ИПДА должна иметь не менее 30 отверстий. Для обеспечения чувствительности по каждому отверстию 0,328%/м (0,014 дБ/м) порог в ИПДА с учетом разбавления дыма чистым воздухом через остальные отверстия и с запасом на разбаланс чувствительности по различным отверстиям должен быть не более 0,0066%/м, или 0,00028 дБ/м.

Интересно распределение порогов срабатывания для различных систем, приведенное в таблице 2. Сигналы предварительной тревоги формируются при минимальных уровнях задымления, значительно меньших по сравнению с сигналами «Пожар» и сигналами на управление пожарной автоматикой. Запуск пожаротушения производится в 15–30 раз большей оптической плотности, при уровне дыма, достаточного для срабатывания точечных пожарных извещателей. Таким образом, у дежурного персонала имеется достаточно времени для устранения неисправности оборудования до запуска пожаротушения.

Тестовые очаги для ЦОД

Для оценки уровня защиты помещений с электронным оборудованием в процессе эксплуатации определены тестовые очаги в соответствии с пожарной нагрузкой в виде перегрева отрезка кабеля. В различных стандартах варьируется тип кабеля, длина отрезков и режим нагрева. В стандарте NFPA 76-2016 [4] в Приложении В определены процедуры выполнения тестов для систем сверхраннего и раннего обнаружения признаков пожарной опасности. Отмечается, что проведение этих тестов связано с выделением вредных газов и с локальным нагревом, требуется соответствующая защита, определенная действующим законодательством. В этих тестах образуется небольшое количество дыма, что характерно для ранней стадии пожара при эксплуатации телекоммуникационного оборудования. После успешного проведения тестов можно быть уверенным, что установленная система способна обнаружить выделение не большого количество дыма, как при этих тестах.

Эти испытания представляют собой баланс между необходимостью использовать тип дыма, характерный для объектов данного типа, и желанием минимизировать степень воздействия выделяющихся при этом газообразных химических соединений, которые могут привести к повреждению

оборудования. Во всех тестах используется электрически перегруженный кабель с ПВХ-изоляцией. При проведении тестов становится заметным специфический запах, который должен рассеиваться за короткое время после проведения теста.

В стандарте NFPA 76-2016 также приведены параметры тестов из британского стандарта BS 6266. Различие тестов заключается в типе используемого источника питания, в сечении проводника кабеля и его длины (табл. 3).

Таблица 3. Параметры тестовых очагов «Перегрев кабеля»

			параллельно	Североамериканский тест
	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			Медный кабель AWG 22 (0,326мм ²), ПВХ-изоляция толщиной 1,1 мм
Характеристика дыма	Дым очень легкий (едва 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, но еще легкий. Благодаря более высокой температуре проводника будет образовываться очень небольшое количество газообразного HCl	Более видимый дым, чем при тестах с 2 м и с 1 м кабеля, но все еще легкий. Количество газообразного HCl будет в 2 раза больше, чем при тесте с 1 м кабеля	Более видимый дым, чем в BS1-тестах, но все еще легкий. Производится большее количество HCl, но за меньшую продолжительность, чем при тестах BS1
Продолжительность нагрева кабеля	180 с	60 с	60 с	30 с
Параметры источника питания	Напряжение 6 В, ток до 15 А, определяется сопротивлением кабеля	Напряжение 6 В, ток до 15 А, определяется сопротивлением кабеля	Напряжение 6 В, ток до 30 А, определяется сопротивлением кабеля	Ток 28 А, напряжение 0–18 В, определяется сопротивлением кабеля
Критерий прошел/не прошел	Пожарная система должна среагировать не позднее 120 с после окончания нагрева кабеля		Сигнал «Пожар» или «Предупреждения» должен быть сформирован не позднее 120 с после окончания нагрева кабеля	

Во всех британских тестах по BS 6266 используется медный кабель минимального сечения 0,078 мм² с ПВХ-изоляцией толщиной всего лишь 0,3 мм и источником напряжения 6 В соответственно, величина тока при подключении кабеля различной длины и при его нагреве будет изменяться в некоторых пределах. В первом тесте длина кабеля равна 2 м, сопротивление проводника достаточно большое, и изоляция за 180 с нагревается до сравнительно небольшой температуры, при этом видимый дым практически отсутствует и запах хлористого водорода не чувствуется.

Во втором тесте при подключении 1 м кабеля ток проводника и мощность нагрева увеличиваются примерно в 2 раза. Изоляция кабеля за 60 с нагревается до более высокой температуры, изоляция плавится, пузырится и чернеет. При этом выделяется видимый светлый дым и появляется неприятный запах.

Причем после выключения источника питания проводник кабеля остается нагретым еще продолжительное время, и тест продолжается еще 120 с. За время проведения испытания общей продолжительностью 180 с кабель почти полностью обугливается. На рис. 8 показан тест с кабелем длиной 1 м, видна деформация изоляции, ее почернение и выделение дыма по всей длине. В модифицированном тесте по BS 6266 к источнику питания подключаются два отрезка кабеля по 1 м параллельно. Таким образом, тестовый очаг увеличивается в 2 раза, соответственно, повышается оптическая плотность среды, что позволяет проводить тестирование систем меньшей чувствительности.

В североамериканском тесте в противоположность евротестам используется кабель значительно большего сечения – 0,326 мм² (AWG 22) – и с ПВХ-изоляцией толщиной 1,1 мм, т. е. почти в 4 раза больше, который подключается к стабилизатору тока на 28 А. Соответственно, через кабель пропускается ток, превышающий максимально допустимый примерно в 5 раз.

Продолжительность нагрева кабеля сокращается до 30 с, и общая продолжительность теста составляет уже 150 с, т. е. 2,5 мин. В этом тесте выделяется еще больше видимого дыма, но за меньшую продолжительность времени, чем при тестах по BS 6266.

Результаты экспериментальных исследований

Для оценки необходимого уровня чувствительности ИПДА в ЦОД использовались дымовые тестовые спички и перегрев УТР-кабеля. Тестовая спичка выделяет небольшое количество дыма в течение 20 с. В аспирационном извещателе были запрограммированы одинаковые пороги по первому и второму детектору: «Предтревога 1» на уровне 0,002%/м (10% от порога «Пожар»), «Предтревога 2» на уровне 0,004%/м (20% от порога «Пожар»), «Предтревога 3» на уровне 0,01%/м (50% от порога «Пожар»), порог «Пожар» на уровне 0,02%/м. Трубы с отверстиями располагались на воздухозаборе системы охлаждения (рис. 4).



Рис. 4. Расположение труб ИПДА на воздухозаборе системы охлаждения

При испытаниях дымовая спичка располагалась на высоте 1,5 м в холодном и горячем коридоре (рис. 5). На рис. 6 представлен график изменения удельной оптической плотности в ходе испытаний при горении спички в середине горячего коридора. Время обнаружения дыма тестовой спички при различном расположении приведено в таблице 4. Было зафиксировано время обнаружения дыма от спички первым детектором в пределах от 8 до 14 с и вторым детектором в пределах от 9 до 19 с в зависимости от места зажигания спички. Некоторое расхождение результатов по детекторам вызвано различным расположением их труб на воздухозаборе системы охлаждения.



Рис. 5. Тест с дымовой спичкой

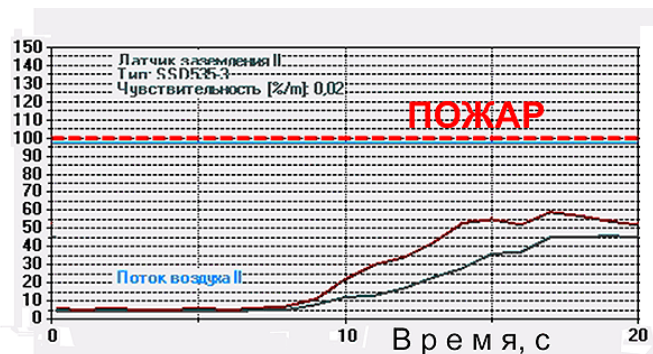


Рис. 6. Удельная оптическая плотность дыма при горении спички в середине горячего коридора

Таблица 4. Время обнаружения тестового очага «Дымовая спичка»

Расположение спички	«Предтревога 1» (0,002%/лх)		«Предтревога 2» (0,004%/лх)	
	Детектор 1	Детектор 2	Детектор 1	Детектор 2
Горячий начало	8 с	9 с	9 с	-
Горячий, середина	8 с	10 с	10 с	12 с
Горячий конец	12 с	14 с	19 с	18 с
Холодный середина	16 с	14 с	20 с	16 с

В модифицированном тесте с перегревом кабеля использовался отрезок стандартного кабеля УТР (один проводник) длиной 2,5 м, который

подключался к выходу трансформатора TRA203-400W мощностью 400 Вт, с выходным напряжением 12 В и максимальным током 33А. Для компактности расположения очага кабель был свернут в виде спирали (рис. 7).

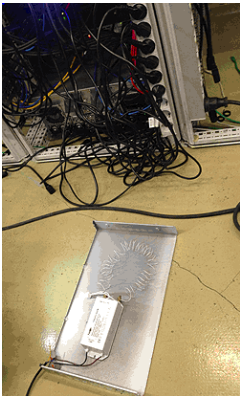


Рис. 7. Модифицированный тест – перегрев кабеля

Кабель должен располагаться на негорючем изолированном основании, кроме того, должно быть исключено соприкосновение соседних витков спирали, которое может вызвать замыкание при нагреве кабеля. За счет протекания тока медный проводник нагревается, и через некоторое время изоляция начинает выделять дым с постепенным увеличением оптической плотности. На рис. 8 показан график изменения удельной оптической плотности в ходе испытаний при нагреве кабеля в конце горячего коридора.

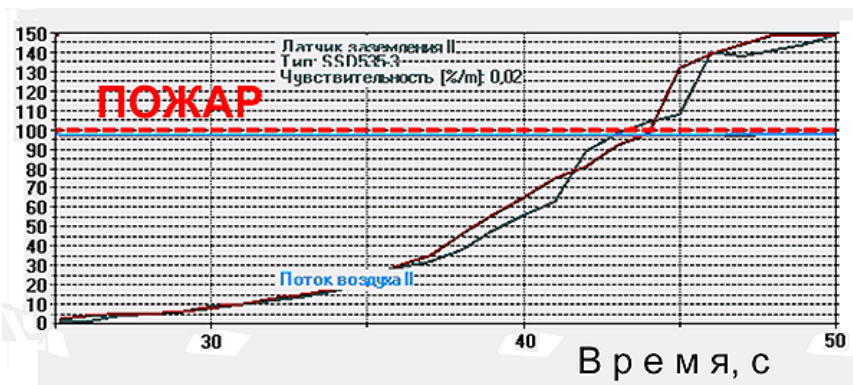


Рис. 8. Удельная оптическая плотность при нагреве кабеля в конце горячего коридора

Время формирования сигналов предварительных тревог и сигналов «Пожар» приведено в таблице 5. Температура поверхности изоляции кабеля и скорость нарастания оптической плотности дыма зависят от места расположения кабеля. В холодном коридоре поток холодного воздуха значительно снижает

температуру поверхности изоляции, что определяет меньшие уровни выделения дыма по сравнению с тестами в горячем коридоре. При нагреве кабеля в холодном коридоре через 33–37 с фиксировалась удельная оптическая плотность на уровнях сигнала «Предтревога 1» и через 38–41 с – на уровнях сигнала «Предтревога 2» (табл. 5). При нагреве кабеля в конце горячего коридора через 31 с фиксировалась удельная оптическая плотность на уровнях сигнала «Предтревога 1», через 35 с – на уровнях сигнала «Предтревога 2», через 39–40 с – на уровнях сигнала «Предтревога 3» и через 44–45 с удельная оптическая плотность дыма фиксировалась на уровне сигналов «Пожар».

Таблица 5. Время обнаружения тестового очага перегрева кабеля

Расположение кабеля	Предтр. 1		Предтр. 2		Предтр. 3		Пожар	
	Дет. 1	Дет. 2	Дет. 1	Дет. 2	Дет. 1	Дет. 2	Дет. 1	Дет. 2
Холодный середина	33 с	37 с	38 с	41 с	-	-	-	-
Горячий конец	31 с	31 с	35 с	35 с	39 с	40 с	45 с	44 с
Горячий начало	25 с	26 с	30 с	27 с	36 с	35 с	-	94 с

Выводы:

Экспериментальные исследования показали возможность обеспечения сверхраннего обнаружения признаков пожароопасной опасности в ЦОД в условиях высоких скоростей воздушных потоков при контроле воздушного потока на воздухозаборе системы охлаждения. Тестовые очаги с выделением небольшой концентрации дыма в виде дымовых спичек и перегрева отрезков кабеля УТР обнаруживались независимо от их расположения в различных частях горячего и холодного коридора. При прохождении через пространство до воздухозабора дым распространяется на значительную площадь и поступает в трубопровод через значительную часть воздухозаборных отверстий. При этом снижается влияние разбавления дыма чистым воздухом через остальные отверстия, т. е. возникает так называемый коммулятивный эффект. Конечно, при отказе оборудования дым на выходе из блока и в горячем коридоре имеет значительно большую концентрацию, но в малом объеме, что определяет возможность его прохождения между воздухозаборными отверстиями, даже если они расположены через 3 м. Таким образом, для обеспечения высокого уровня защиты ЦОД необходимо контролировать появление дыма на воздухозаборе системы охлаждения с порогом предварительной тревоги ИПДА порядка 0,01%/м (0,00043 дБ/м). При формальном расчете без учета коммулятивного эффекта при защите воздухозабора площадью 10 м² трубопроводом с 30 отверстиями получаем

чувствительность по одному отверстию 0,013 дБ/м, или 0,3%/м, что удовлетворяет рекомендациям стандарта NFPA 76-2016 для ЦОД со скоростями воздушных потоков более 30 м/с.

Продолжение следует.

Литература

1. Неплохов И. Извещатели пожарные дымовые аспирационные. Часть 1: классы ИПДА // Технологии защиты. – 2015 – № 3
2. ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний»
3. ГОСТ Р 53769-2010 «Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия»
4. NFPA 76-2016 «Стандарт для защиты от пожара телекоммуникационных средств» (Standard for the Fire Protection of Telecommunications Facilities)
5. BS 6266 «Нормы и правила по защите от пожара установок электронного оборудования» (Code of Practice for Fire Protection for Electronic Equipment Installations)
6. Неплохов И., Анненков А. Противопожарная защита банков // Алгоритм безопасности. – 2015 – № 3
7. Неплохов И. Эффективная защита ЦОД: сверххранное обнаружение перегрева кабеля // Каталог «Пожарная безопасность –2016».
8. Свод правил СП 5.13130 (проект, окончательная редакция) «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования», 2015

<http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=1496&uid2=1539&uid3=1550>