

ЭФФЕКТИВНАЯ ЗАЩИТА ЦОД: СВЕРХРАННЕЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ПЕРЕГРЕВА КАБЕЛЯ

Опубликовано: Каталог "Пожарная безопасность" -2016



Игорь Неплохов

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

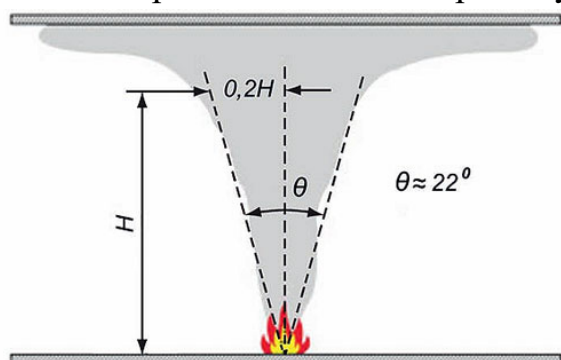
Проблемы отсутствия отечественных норм для противопожарной защиты ИТ-инфраструктуры уже обсуждались в статье "Противопожарная защита банков", опубликованной в каталоге "ОПС. Охранная и охранно-пожарная сигнализация. Периметральные системы–2014". Были рассмотрены принципы защиты помещений с электронным оборудованием из евростандарта BS 6266 "Нормы и правила по защите от пожара установок электронного оборудования" (Code of Practice for Fire Protection for Electronic Equipment Installations). Более детально вопросы защиты данных объектов разобраны в североамериканском стандарте NFPA 76 "Стандарт для защиты от пожара телекоммуникационных средств" (Standard for the Fire Protection of Telecommunications Facilities). Кроме того, в этих стандартах приведены тестовые очаги в виде отрезка кабеля, которые позволяют оценить реальный уровень противопожарной защиты помещения с дорогостоящим электронным оборудованием в процессе эксплуатации

В своде правил СП5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования", Приложение М выделены как класс "помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС, серверные, data и call-центры, центры обработки данных", которые рекомендуется оборудовать дымовыми извещателями. В приложении А определено, что помещения для размещения "электронно-вычислительных машин (ЭВМ), оборудования АСУ ТП, работающих в системах управления сложными технологическими процессами, нарушение которых влияет на безопасность людей", независимо от площади должны быть защищены автоматическими установками

пожаротушения (АУП). Помещения "связных процессоров (серверные), архивов магнитных носителей, графопостроителей, печати информации на бумажных носителях (принтерные)", а также "необслуживаемые аппаратные базовых станций сотовой системы подвижной радиосвязи и аппаратные радиорелейных станций сотовой системы подвижной радиосвязи" площадью от 24 м² также должны защищаться АУП, а площадью меньше 24 м² – автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС).

Размещение дымовых извещателей по СП 5.13130.2009

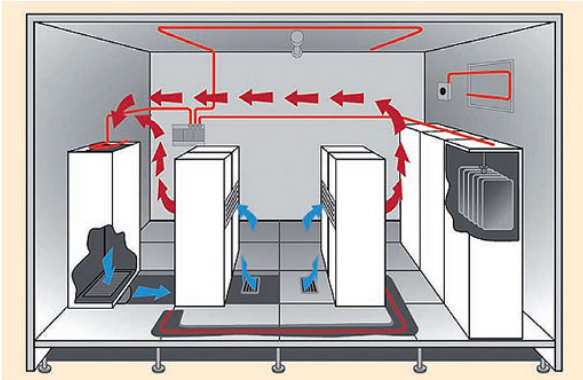
Однако требования для эффективной противопожарной защиты данных помещений отсутствуют. Требования, изложенные в п. 13.3.4 и в п. 13.5.1 свода правил СП 5.13130.2009, определяют обязательную установку точечных и линейных дымовых пожарных извещателей под перекрытием. Кроме того, в соответствии с таблицами 13.3 и 13.4 дымовые пожарные извещатели размещаются на значительных расстояниях друг от друга, что допустимо при обнаружении очага с вертикальным конвекционным потоком дыма от очага и расхождением дыма под перекрытием на значительную площадь (рис. 1), эта модель справедлива только при отсутствии воздушных потоков в помещении.



▲ Рис. 1. Распределение дыма в помещении при отсутствии воздушных потоков

По требованию п. 13.3.6 свода правил СП 5.13130.2009 "размещение точечных тепловых и дымовых пожарных извещателей следует производить с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной и/или вытяжной вентиляцией, при этом расстояние от извещателя до вентиляционного отверстия должно быть не менее 1 м". Никаких дополнительных указаний по учету воздушных потоков в помещении в отечественной нормативной базе нет, хотя очевидно – изображенная на рис. 1 модель распределения дыма к помещениям серверных и ЦОД с мощными системами охлаждения совершенно не применима. Обычно при размещении охлаждаемого оборудования в стойках потоки холодного и горячего воздуха разделяются в так называемых холодных и горячих коридорах (рис. 2), исключая возможность концентрации дыма под потолком.

▼ Рис. 2. Распределение воздушных потоков системы охлаждения в небольшой серверной



Пример расположения системы воздушного охлаждения в крупном ЦОД: холодный воздух через решетки в фальшполу нагнетается в холодный коридор, отделенный от остального объема помещения прозрачными перегородками.



▲ Рис. 3. Холодный воздух нагнетается через фальшпол в холодный коридор

Далее он проходит через левый и правый ряды стоек с охлаждаемым оборудованием (рис. 3).



▲ Рис. 4. Воздухозаборные решетки системы охлаждения расположены в нижней части помещения

После прохождения через стойки нагретый воздух выходит в горячий коридор и затягивается через в воздухозаборные решетки в систему охлаждения, расположенные по стенам в нижней части помещения (рис. 4).

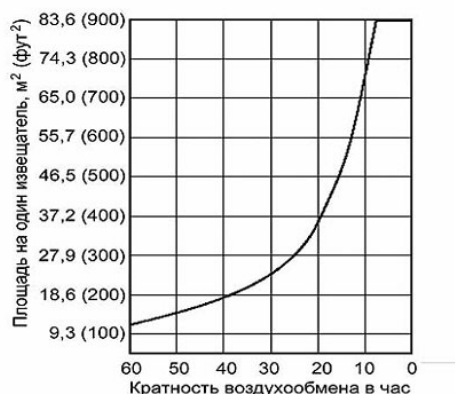
Влияние воздушных потоков

В отличие от отечественных норм, зарубежные стандарты учитывают значительное снижение эффективности точечных дымовых извещателей при

работе вентиляционных систем в помещении. Например, по европейским нормам BS 6266 "Нормы и правила по защите от пожара установок электронного оборудования" рекомендуется рассчитывать на один точечный дымовой извещатель площадь не более 25 м². В пространствах под фальшполом и над фальш-потолком – в пределах 20–30 м² – меньшие значения площади применяются при наличии балок. Если скорость воздушных потоков 4 м/с и менее, площадь контроля одним извещателем сокращается до 15–20 м², а при скорости воздушных потоков более 4 м/с площадь контроля сокращается уже до 10 м²! Отмечается также, что если извещатели используются для автоматического запуска пожаротушения, то в основном помещении площадь контроля одним дымовым извещателем с 25 м² должна быть снижена до 15 м². Это сокращение не применяется, если логика "И" формируется при срабатывании 2-х любых адресных извещателей в защищаемом помещении и если система охлаждения автоматически выключается при срабатывании первого детектора. При этом необходимо учитывать, что в обычном помещении европейский точечный дымовой детектор, сертифицированный по стандарту EN 54-7, в соответствии с нормами для обычных помещений по BS 5839-1, защищает площадь радиусом 7,5 м, то есть в среднем 110 м². Следовательно, при защите электронного оборудования защищаемая площадь с учетом скорости воздушных потоков сокращается максимально в 11 раз!

В американском стандарте по пожарной сигнализации NFPA 72 "National Fire Alarm Code" определена зависимость защищаемой площади точечного извещателя от кратности воздухообмена в помещении (рис. 5).

▼ Рис. 5. Зависимость защищаемой площади от кратности воздухообмена в помещении



Максимальная средняя площадь, защищаемая одним извещателем, равная 83,61 м² (900 фут²), определена при наличии вентиляции с длительностью цикла воздухообмена более 8 мин. (до 7,5 крат воздухообмена в час). При повышении воздухообмена защищаемая площадь значительно сокращается: при 15-кратном воздухообмене в час – почти в 2 раза, до 46,45 м² (500 фут²), при 30-кратном – почти в 4 раза, до 23,23 м² (250 фут²) и при 60-кратном воздухообмене (длительность цикла обмена равна 1 мин.) защищаемая площадь уменьшается

почти в 10 раз, до 11,61 м² (125 фут²). Соответственно, допустимые расстояния между извещателями от исходных 9,14 м уменьшаются максимально почти в 3 раза, до 3,41 м (табл. 1).

Таблица 1. Расстояния между извещателями и защищаемые площади в зависимости от воздухообмена

Кратность воздухообмена, цикл/час	Длительность цикла, мин.	Средняя площадь		Расстояния между извещателями	
		фут ²	м ²	фут	м
60	1	125	11,61	11,18	3,41
30	2	250	23,23	15,81	4,82
20	3	375	34,84	19,36	5,90
15	4	500	46,45	22,36	6,82
12	5	625	58,06	25,00	7,62
10	6	750	69,68	27,39	8,35
8,6	7	875	81,29	29,58	9,02
7,5	8	900	83,61	30,00	9,14
6,7	9	900	83,61	30,00	9,14
6	10	900	83,61	30,00	9,14

Требования стандарта NFPA 76

Наиболее подробно вопросы защиты ЦОД рассмотрены в стандарте NFPA 76 "Стандарт для защиты от пожара телекоммуникационных средств". В версии 2012 г. определена классификация систем по уровню защиты и даны не только величины защищаемых площадей, но и чувствительность точечных дымовых детекторов или отверстий в трубах аспирационных извещателей. Определены требования к системам сверхраннего обнаружения признаков пожарной опасности (Very Early Warning Fire Detection – VEWFD) для помещений площадью более 232 м² (2500 фут²) и к системам раннего обнаружения признаков пожарной опасности (Early Warning Fire Detection – EWFD) для помещений меньшей площади.

В системах сверхраннего обнаружения признаков пожарной опасности (VEWFD) при расположении детекторов или отверстий аспирационного извещателя в один уровень защищаемая площадь должна быть ограничена максимальной величиной 18,6 м² (200 фут²) на один детектор или воздухозаборное отверстие. Если детекторы или трубы с отверстиями расположены в два уровня (высокий и низкий), то в каждом уровне площадь на отверстие или на сенсор должна быть не более 37,2 м² (400 фут²). В этом случае в проекции площадь на одно отверстие или детектор высокого и низкого уровня ограничена также величиной 18,6 м² (200 фут²). Кроме того, воздух, выходящий из защищаемой зоны, должен контролироваться на заборной решетке системы охлаждения из расчета не более 0,4 м² на отверстие или на детектор.

Порог срабатывания для системы раннего обнаружения признаков пожарной опасности должна быть установлен для формирования сигнала предтревоги на уровне не более 0,2%/фут удельной оптической плотности среды по каждому отверстию и по каждому точечному детектору, уровень формирования сигнала "Пожар" – не более 1%/фут. При этом время транспортировки от максимально удаленного отверстия не должно превышать 60 с. Удельная оптическая плотность 0,2%/фут, при которой должен формироваться сигнал предтревоги, в

других единицах равна 0,66%/м, или 0,029 дБ/м, а удельная оптическая плотность 1%/фут, при которой должен формироваться сигнал "Пожар", соответственно равна 3,28%/м, или 0,145 дБ/м.

В системах раннего обнаружения признаков пожарной опасности (EWFD) защищаемая площадь должна быть ограничена максимальной величиной 37,2 м² (400 фут²) на один детектор или воздухозаборное отверстие. Порог срабатывания для системы раннего обнаружения признаков пожарной опасности должен быть установлен для формирования сигнала "Пожар" на уровне 1,5%/фут удельной оптической плотности среды по каждому отверстию и по каждому точечному детектору. При этом время транспортировки от максимально удаленного отверстия не должно превышать 90 с. Предельно допустимая удельная оптическая плотность 1,5%/фут, при которой должен формироваться сигнал "Пожар", в других единицах равна 4,92%/м, или 0,219 дБ/м (табл. 2).

Таблица 2. Требования к системам сверхраннего и раннего обнаружения признаков пожарной опасности по NFPA 76-2012						
	Сверхраннее обнаружение (VEWFD), площадь более 2500 фут² (232 м²)			Раннее обнаружение (EWFD), площадь не более 2500 фут² (232 м²)		
	Чувствительность	Площадь	Расстояние	Чувствительность	Площадь	Расстояние
Предупрежда	≤0,2%/фут (≤0,666 %/м, ≤0,029 дБ/м)	200 фут² (18,58 м²)	14,14 фут (4,31 м)	-	400 фут² (37,16 м²)	20 фут (6,1 м)
"Пожар"	≤1%/фут (≤3,28%/м, ≤0,145 дБ/м)			≤1,5%/фут (≤4,92%/м, ≤0,219 дБ/м)		

В проекте следующей версии стандарта NFPA 76-2016 рекомендуется располагать точечные дымовые детекторы или воздухозаборные отверстия аспирационных извещателей в ключевых точках, где, скорее всего, пройдет дым, например в потоках возвращаемого горячего воздуха и на вытяжных вентиляционных решетках системы охлаждения. Для детекторов или воздухозаборных отверстий, расположенных в потоке нагретого возвращаемого воздуха в горячих коридорах или выше стоек, следует обеспечивать расстояния и чувствительность, приведенные в табл. 2. Эти требования были определены в том числе исходя из исследований, проведенных под эгидой научноисследовательского филиала Противопожарного исследовательского фонда (Fire Protection Research Foundation – NFPA). Данное руководство является предварительным, поскольку оно основано на тестах, при формировании потоков воздуха в исследуемом объеме без рециркуляции. Для удобства восприятия исходные величины удельной оптической плотности, определенные в процентах на фут в проекте NFPA 76-2016, переведены в более привычные проценты на метр и в децибелы на метр, а значения площадей в квадратных футах переведены в квадратные метры. Кроме того, в табл. 3 приведены отсутствующие в первоисточнике расстояния между дымовыми детекторами или воздухозаборными отверстиями исходя из приведенных площадей при их расстановке по квадратной решетке.

Таблица 3. Рекомендации по чувствительности и по расстояниям между детекторами дыма или воздухозаборными отверстиями аспирационного извещателя						
Назначение	Низкий воздухообмен, ≤30 цикл/час			Высокий воздухообмен, ≥30 цикл/час		
	Чувствительность	Площадь	Расстояния	Чувствительность	Площадь	Расстояния
Сверхраннее обнаружение	≤0,2%/фут (≤0,656%/м, ≤0,029 дБ/м)	200 фут² (18,58 м²)	14,14 фут (4,31 м)	≤0,1%/фут (≤0,328%/м, ≤0,014 дБ/м)	100 фут² (9,29 м²)	10 фут (3,05 м)
Управление клапанами, дверями и шторами	≤1,5%/фут (≤4,92%/м, ≤0,219 дБ/м)	400 фут² (37,16 м²)	20 фут (6,1 м)	≤0,75%/фут (≤2,46%/м, ≤0,108 дБ/м)	200 фут² (18,58 м²)	14,14 фут (4,31 м)
Запуск пожаротушения	2,5 – 4%/фут (8,20 – 13,12%/м, 0,372 – 0,61 дБ/м)	400 фут² (37,16 м²)	20 фут (6,1 м)	1,5 – 3%/фут (4,92 – 9,84%/м, 0,219 – 0,45 дБ/м)	200 фут² (18,58 м²)	14,14 фут (4,31 м)

Таким образом, существующие в настоящее время требования по системам сверххранного обнаружения признаков пожарной опасности в ближайшем будущем по NFPA 76-2016 будут относиться только к помещениям с телекоммуникационным оборудованием с низким воздухообменом, не более 30 цикл/ч. Для помещений с высоким воздухообменом, более 30 цикл/ч, вводятся более высокие требования по чувствительности и сокращается защищаемая площадь. Формирование сигнала предтревоги должно обеспечиваться при в 2 раза меньшей удельной оптической плотности, не более 0,1%/фут, то есть не более 0,328%/м, или 0,014 дБ/м. Величина защищаемой площади на одно отверстие аспирационного извещателя сокращается в 2 раза – до 9,3 м², – соответственно, расстояния между отверстиями и трубами должны быть порядка 3 м! Такие уровни чувствительности не реализуемы в светодиодных точечных дымовых пожарных извещателях, но достаточно просто обеспечиваются при использовании лазерных дымовых аспирационных извещателей даже при значительном количестве отверстий. В помещении с высоким воздухообменом одно отверстие аспирационного извещателя защищает площадь немногим более 9 м². Помещение ЦОД площадью 270 м² защищается аспирационным извещателем примерно с 30 отверстиями. Для обеспечения чувствительности не менее 0,1%/фут по каждому отверстию с учетом разбавления дыма чистым воздухом через остальные отверстия и запасом на разбаланс чувствительности по различным отверстиям порог аспирационного извещателя для обеспечения сверххранного обнаружения должен быть не более 0,002%/фут (0,0066%/м), или 0,00028 дБ/м. Для крупного ЦОД с помещениями площадью 1000 м² число отверстий аспирационного извещателя уже превышает 100 и для обеспечения чувствительности 0,1%/фут по каждому отверстию требует программирования порога менее 0,0006%/фут (0,002%/м), или 0,000085 дБ/м. Такие уровни обнаружения обеспечивают только лазерные аспирационные извещатели последнего поколения с чувствительностью 0,0002%/м, или 0,0000087 дБ/м. Конечно, реализовать такую чувствительность можно только в чистом помещении с величиной уровня оптической плотности в нормальных условиях в 2–3 раза ниже порога срабатывания. Значительно больший уровень защиты обеспечивают лазерные аспирационные извещатели с адресными капиллярами, они позволяют

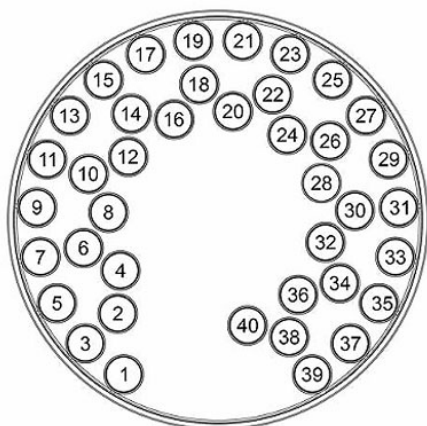
идентифицировать признаки пожарной опасности с точностью до стойки (рис. 4).

▼ Рис. 6. Лазерный капиллярный аспирационный извещатель нового поколения на 40 капилляров с расширением до 120 капилляров до 100 м



Более 10 лет выпускаются лазерные аспирационные извещатели с 15 капиллярами до 50 м длиной, новое поколение лазерных аспирационных извещателей рассчитано на подключение 40 капилляров до 100 м длиной с расширением дополнительными блоками до 120 капилляров (рис. 6, 7).

▼ Рис. 7. Нумерация входов капилляров лазерного аспирационного извещателя нового поколения



Лазерные аспирационные извещатели обычно имеют 4 сигнала пожарной опасности на различных уровнях, "Внимание", "Действие", "Пожар 1" и "Пожар 2", поэтому рекомендации по формированию трех сигналов на различных уровнях удельной оптической плотности для управления различными системами противопожарной защиты достаточно просто программируются в аспирационных извещателях на требуемых уровнях.

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 76-2012 в Приложении В определены процедуры выполнения тестов для систем

сверхраннего и раннего обнаружения признаков пожарной опасности. Хотя и отмечается, что это приложение не является частью требований настоящего документа NFPA, но включено в информационных целях. Также 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. Телекоммуникационные компании после успешного проведения тестов могут быть уверены, что система пожарной сигнализации способна обнаружить и сформировать сигналы предупреждения при выделении количества дыма, как при этих тестах.

Эти испытания представляют собой хороший баланс между необходимостью использовать источники дыма, которые характерны для оборудования данного типа, и желанием минимизировать степень воздействия выделяющихся при этом газообразных химических соединений, которые могут привести к повреждению телекоммуникационного оборудования. Этот тест использует электрически перегруженный кабель с ПВХ-изоляцией для имитации раннего этапа пожара. При нагреве проводника ПВХ изоляция выделяет газообразный хлористый водород в количестве, вряд ли достаточном для беспокойства, поскольку процедура испытаний проводится при относительно низких температурах. Но если электрический ток воздействует на кабель в течение более длительного времени или если используется отрезок кабеля короче указанного, то небольшие количества хлористого водорода могут быть получены. В любом случае, становится заметным специфический запах, который должен рассеиваться за короткое время проведения теста.

Тесты, рекомендованные в стандарте NFPA 76-2012, базируются на испытаниях, приведенных в британском стандарте BS 6266 версии 1992 г., параметры которых также приведены в NFPA 76. Различие заключается в типе используемого источника питания, в сечении проводника кабеля и его длины (табл. 4).

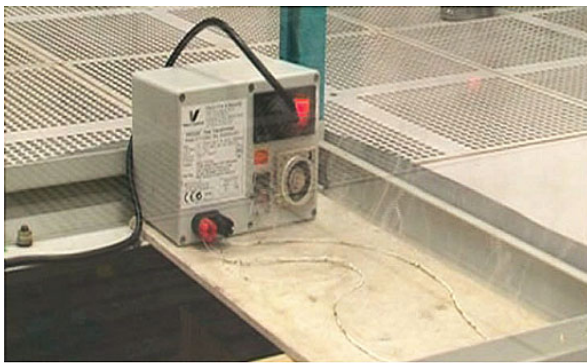
Таблица 4. Параметры тестовых очагов "Перегрев кабеля" из стандарта NFPA 76

Параметр	BS 6266 тест (1992)		Модификация теста BS 6266: 2 кабеля по 1 м параллельно	Северо-американский тест
	Тест с 2 м кабеля	Тест с 1 м кабеля		
Кабель	Многожильный медный кабель сечением 0,078 мм², проводник из 10 жил диаметром 0,1 мм каждая, ПВХ-изоляция радиальной толщиной 0,3 мм. Многожильный провод является очень гибким с очень пластичной изоляцией		Одножильный медный кабель 22 AWG (0,326 мм²) ПВХ-изоляция радиальной толщиной 1,1 мм (0,041 дюйма)	
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 BSI-тестах, но все еще легкий. Производится большее количество HCl, но за меньшую продолжительность, чем при тестах BSI
Продолжительность нагрева кабеля	180 с	60 с	60 с	30 с
Параметры источника питания	Постоянное напряжение 6 В, допускается изменение величины тока в пределах 0–15 А при изменении сопротивления проводника в процессе тестирования	Постоянное напряжение 6 В, допускается изменение величины тока в пределах 0–15 А при изменении сопротивления проводника в процессе тестирования	Постоянное напряжение 6 В, допускается изменение величины тока в пределах 0–30 А при изменении сопротивления проводников в процессе тестирования	Постоянный ток 28 А. Напряжение изменяется в пределах 0–18 В благодаря изменению сопротивления проводника в процессе тестирования
Критерий прошел/не прошел	Пожарная система должна среагировать не позднее 120 с после окончания нагрева кабеля		Сигнал "Пожар" или "Предупрежда" 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 источник 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.



▲ Рис. 8. Тест с перегревом кабеля длиной 1 м по стандарту BS 6266

В северо-американском тесте, в противоположность евротестам, используется кабель значительно большего сечения – $0,326 \text{ мм}^2$ (22 AWG) – и с ПВХ-изоляцией толщиной 1,1 мм, то есть 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, то есть 2,5 мин. Можно отметить, что при постоянном токе с увеличением сопротивления проводника из-за повышения температуры в процессе теста выделяемая мощность увеличивается, в отличие от евротестов со стабилизаторами напряжения. В этом тесте выделяется еще больше видимого дыма и хлористого водорода HCl , но за меньшую продолжительность времени, чем при тестах BSI.

В стандарте NFPA 76 при рассмотрении тестовых очагов в виде перегрева кабеля много внимания уделяется оценке уровня выделения хлористого водорода HCl в процессе проведения тестов. Действительно, хлористый водород является высокоопасным сильнодействующим ядовитым веществом, относится к 2 классу опасности. 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, к нарушению работы кровеносной системы и к 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 классу опасности, то есть к малоопасным веществам. Монооксид углерода имеет ПДК, равный 5 мг/м^3 , то есть в 250 раз больше ПДК хлористого водорода. Для защиты персонала от воздействия ядовитого хлористого водорода рекомендуется производить дистанционное включение и выключение нагрева тестового кабеля.

С другой стороны, необходимо учитывать и отрицательное воздействие хлористого водорода на электронное оборудование. Ведь при нагревании 1 кг пластика поливинилхлорида ПВХ выделяется около 600 л дымовых газов, в

которых хлористый водород HCl составляет более половины, примерно 54–58%. Такой объем хлористого водорода 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 поливинилхлорида начинается уже при температуре $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при температуре $+210\text{ }^{\circ}\text{C}$ поливинилхлорид плавится, а при температуре $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ уже около 85% хлористого водорода переходит из изоляции кабеля в газообразное состояние. Поэтому совершенно логично в первой редакции ГОСТ Р 53315–2009 предписывалось использовать безгалогенный кабель нг-НФ "в помещениях, оснащенных компьютерной и микропроцессорной техникой". Полимерные безгалогенные материалы кабельных изделий с индексом НФ (Halogen Free) имеют минимальные значения показателей коррозионной активности продуктов дымо- и газовой выделения при горении и тлении, что определяет отсутствие воздействия на электронику. По ГОСТ Р 53769–2010 количество газов галогенных кислот, выделяемых в пересчете на хлористый водород HCl , для полимерной композиции, не содержащей галогенов, должно быть не более 5 мг/г, в то время как для поливинилхлоридного пластика допускается в 28 раз больше, не более 140 мг/г! При нагреве кабеля с индексом LS выделяются ядовитые галогены, в том числе хлористый водород. К тому же безгалогенный кабель НФ выделяет меньше дыма, чем низкодымный кабель LS. Таким образом, применение кабеля с индексом LS на большинстве объектов с технической точки зрения не оправдано, 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.

Сверхраннее обнаружение перегрева кабеля

Для сверхраннего обнаружения признаков пожарной опасности в ЦОД недостаточно выбрать аспирационный дымовой извещатель с высокой чувствительностью по паспортным характеристикам. Чувствительность дымового пожарного извещателя, измеренная в дымовом канале по аэрозоли с размерами частиц до 1 мкм, не позволяет оценить его эффективность при обнаружении перегрева кабеля на ранней стадии. Пожарные извещатели инфракрасного диапазона, в том числе и аспирационные, имеют максимальную чувствительность по тлеющим очагам с видимым дымом, с крупными

частицами. Даже при достаточно высокой чувствительности они способны обнаружить значительный перегрев кабеля только при появлении видимого дыма с высокой концентрацией хлористого водорода, чрезвычайно опасного для людей и для электроники. Для определения возможности обнаружения перегрева кабеля до выделения видимого дыма можно использовать стандартный UTP-кабель 24 AWG длиной 4 м с подключением его к трансформатору на 12 В, мощностью 400 Вт. При такой длине кабеля изоляция нагревается без образования видимого дыма (рис. 9). Даже при увеличенной продолжительности испытания изоляция немного размягчается и поверхность становится глянцевой, но видимый дым не выделяется.



▲ Рис. 9. Тестовый очаг "Перегрев кабеля" без выделения видимого дыма

Кроме того, в настоящее время доступно оригинальное оборудование, которое используется для проведения тестов с перегревом кабеля в полном соответствии с рекомендациями стандарта BS 6266 (рис. 8), – источник питания на 6 В и кабель сечением 0,078 мм².

Заключение

Нормативные требования, приведенные в своде правил СП 5.13130.2009, не применимы к помещениям с электронным оборудованием с высоким уровнем воздухообмена. При необходимости обеспечить эффективную противопожарную защиту ЦОД можно воспользоваться зарубежными стандартами.