

Расстановка пожарных извещателей

Сколько пожарных извещателей необходимо ставить в помещении, на нормативном расстоянии друг от друга или в два раза чаще, а как от стены, в каких системах какая расстановка извещателей требуется по нормам, если помещение непрямоугольное или овальное, сработает ли пожаротушение при отказе одного извещателя? Во многих случаях даже опытные проектанты не дадут одинаковые ответы. Попробуем прояснить ситуацию при использовании европейских критериев проектирования противопожарных систем.

Площадь, защищаемая пожарным извещателем

Одна из основных причин, усложняющих проектирование в части расстановки пожарных извещателей, - это отсутствие в нашей нормативной базе определения площади, защищаемой пожарным извещателем. Начиная с 1984 года в нормах указывается средняя площадь, контролируемая одним извещателем, а также максимальное расстояние между извещателями, извещателем и стеной, в зависимости от высоты защищаемого помещения. Например, при высоте до 3,5 метров расстояние между дымовыми извещателями не должно превышать 9 метров, а от стены 4,5 метра (рис. 1), и по СНиП 2.04.09-84 "Пожарная автоматика зданий и сооружений" и по действующему в настоящее время НПБ 88-2001* "Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования". При этом указывается средняя площадь контролируемая извещателем пожарным равная 85 м^2 , хотя в данных условиях она не может превышать 81 м^2 . В 80-х годах прошлого века данная формулировка, не вызывала вопросов, так как практически все помещения имели прямоугольную форму. В настоящее время много зданий имеют овалы и косоугольные помещения.

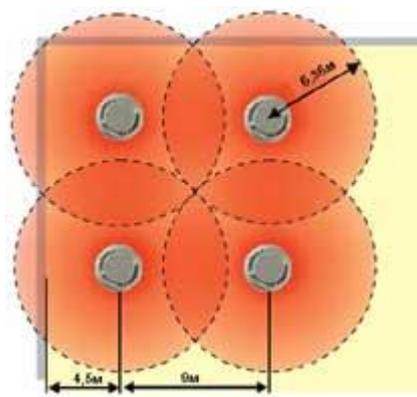


Рис. 1. Размещение дымовых извещателей и радиус контролируемой площади

Общепринятая физическая модель определения пожара на первом этапе в большом помещении с горизонтальным перекрытием: поток дыма с теплым воздухом от очага поднимается к потолку и расходится в горизонтальной плоскости (рис. 2). С увеличением расстояния от очага быстро снижается удельная оптическая плотность среды (близко к обратно квадратичной зависимости) и одновременно падает температура за счет разбавления чистым холодным воздухом. Максимальное расстояние между извещателями определяет допустимое расстояние очага от пожарного извещателя. В нашем примере максимально удаленная от извещателей точка находится в центре квадрата, образованного четырьмя извещателями, на расстоянии 6,36 метра от каждого из них (рис. 1). Отсюда можно заключить, что один дымовой извещатель защищает круг радиусом 6,36 м, площадью 127 м^2 .



Рис. 2. Распределение дыма в помещении

В украинских нормах БДН В.2.5-13-98 "Пожарная автоматика зданий и сооружений" наряду с расстановкой извещателей по прямоугольной решетке допускается расстановка по треугольной решетке с расстоянием между извещателями в ряду 11 метров, между рядами 9,54 метра. В этом случае максимально удаленная от трех соседних извещателей точка находится также на расстоянии 6,36 метра (рис. 3). Следовательно, время обнаружения пожара по сравнению с расстановкой извещателей по квадратной решетке 9 x 9 метров не увеличивается, но средняя площадь защищаемая извещателем возрастает почти на 30%, с 81 м² до 105 м².

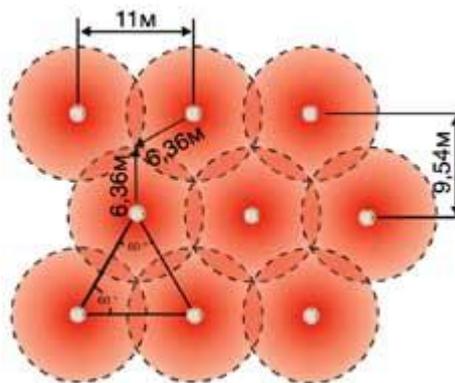


Рис. 3. Распределение дымовых извещателей по треугольной решетке

Как известно из теории упадок и покрытий, решетка, ячейка которой образована правильным треугольником, является критической, т.е. при ее использовании обеспечивается максимальная средняя площадь, защищаемая извещателем при данном радиусе защищаемой площади.

В британском стандарте BS 5839 по системам обнаружения пожара и оповещения для зданий, Часть 1 "Нормы и правила проектирования, установки и обслуживания систем" конкретные варианты расстановки извещателей отсутствуют, а просто задан радиус площади, защищаемой дымовым извещателем, равный 7,5 метров. Такая формулировка, в отличие от максимальных расстояний между извещателями, позволяет не только использовать треугольную решетку, но и оптимально расставить извещатели в помещении произвольной формы: непрямоугольном, круглом, с выпуклыми или вогнутыми стенами. В некоторых случаях разница в числе извещателей может быть более существенна, чем при переходе от квадратной решетки к треугольной. Например, исходя из радиуса защищаемой площади 6,36 метра, круглое помещение диаметром до 12,7 метров защищается одним дымовым извещателем, а для обеспечения требования максимального расстояния от стены 4,5 метра при диаметре помещения более 9 метров требуется уже четыре извещателя.

Расстановка извещателей в коридорах

В относительно узких помещениях проявляется эффект повышения удельной оптической плотности среды за счет ограничения пространства. Это учитывается и в зарубежной и в отечественной нормативной базе, но в разной степени.

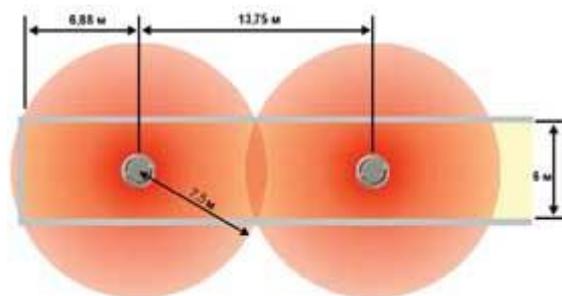


Рис. 4. Расстановка извещателей по британскому стандарту BS 5839

В британском стандарте BS 5839 к помещениям шире двух метров применяется общий принцип: ни одна точка помещения в горизонтальной проекции не должна находиться на расстоянии более 7,5 метров от ближайшего дымового извещателя. Соответственно, если горизонтальная проекция помещения вписывается в круг радиуса 7,5 метров, то устанавливается один извещатель. В общем случае с уменьшением ширины помещения расстояние между извещателями увеличивается. Например, в помещении шириной 6 м извещатели располагаются на расстоянии 13,75 метров друг от друга и на расстоянии 6,87 метров от стены (рис. 4). В коридоре шириной менее двух метров британский стандарт BS 5839 предписывает рассмотрение точек, расположенных только вдоль центральной оси. В этом случае расстояние между извещателями увеличивается до 15 метров, а от крайних извещателей до стены - до 7,5 метров (рис. 5).

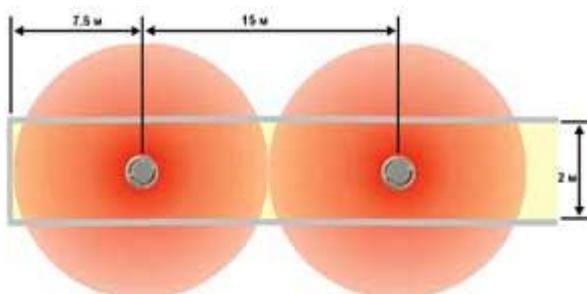


Рис. 5. Расстановка извещателей в коридоре шириной 2 метра

В наших нормах нет монотонной зависимости расстояния между извещателями от ширины помещения. По НПБ 88-2001*, как и в предыдущей редакции НПБ 88-2001 по п. 12.22. допускается увеличение расстояний между извещателями в 1,5 раза при ширине помещения менее трех метров, а в СНиП 2.04.09-84 по п. 4.11. в помещениях шириной до 3 м расстояние между извещателями допускалось увеличить до 15 м независимо высоты помещения. Относительно расстояния от стены до извещателя упоминания не было и нет, следовательно его увеличение не допускается. Хотя очаг в конце коридора обнаруживается значительно быстрее, так как дым распространяется только в одну сторону, а не в две, как от очага в средней части коридора. Соответственно во втором случае концентрация дыма на том же расстоянии от очага будет примерно в два раза ниже.

Определим радиусы защищаемой площади для 3-х метрового коридора исходя из максимально удаленных точек от ближайшего извещателя. Получается, что по сравнению с радиусом защищаемой площади 6,36 метра для большого помещения (рис. 6), для коридора в сторону его средней части радиус несколько увеличивается - примерно до 6,9 метра, а в сторону торца, как ни странно, радиус уменьшается до 4,74 метра, т.е. более, чем на 30%.

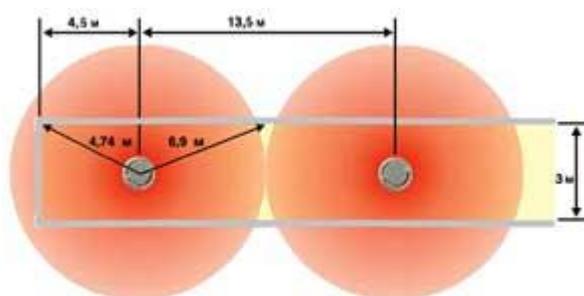


Рис. 6. Защита коридора по НПБ 88-2001*

Необходимо отметить, что все приведенные выше рассуждения справедливы только для высоконадежных извещателей пожарных не требующих резервирования. На Западе выпускаются пожарные извещатели с наработкой на отказ порядка 400 000 часов (45 лет) и более. При этом резервирование извещателей не требуется даже в системах автоматического пожаротушения при работе по двум извещателям.

Расстановка извещателей при резервировании

По различным причинам надежность отечественной продукции на этапе разработки нормативов была значительно ниже европейских аналогов, да и в настоящее время по НПБ 78-98 от пожарного извещателя требуется средняя наработка на отказ только 60 000 часов, т.е. около 7 лет, при среднем сроке службы не менее 10 лет. Это привело к необходимости введения в нормы требования установки в каждом помещении не менее двух пожарных извещателей и контроля каждой точки помещения одновременно не менее чем двумя автоматическими пожарными извещателями: по п. 4.1 СНиП 2.04.09-84 "если установка пожарной сигнализации предназначена для управления автоматическими установками пожаротушения, дымоудаления и оповещения о пожаре, каждую точку защищаемой поверхности необходимо контролировать не менее, чем двумя автоматическими пожарными извещателями". Это, так называемое, горячее резервирование - одновременная работа нескольких устройств по логике "ИЛИ". Устройства выполняют одну и ту же функцию и при отказе одного из них работоспособность системы в целом полностью сохраняется.

Для контроля каждой точки помещения одновременно двумя дымовыми извещателями они должны быть расставлены определенным образом. Никаких сложностей не возникло бы при указании в нормах радиуса площади, контролируемой пожарным извещателем в помещениях различной высоты, вместо мало информативной средней площади. Например, в британском стандарте BS 7273-1:2006 содержится требование контроля каждой точки двумя извещателями для запуска пожаротушения в автоматическом режиме по сигналам от двух извещателей. При этом расстановка пожарных извещателей производится таким образом, чтобы любая точка в горизонтальной проекции находилась на расстоянии не более 7,5 метров от двух извещателей, исходя из того, что каждый дымовой извещатель защищает круг радиусом 7,5 метров. В СНиП 2.04.09-84 для контроля каждой точки помещения двумя извещателями по п.4.2 предписывалось "максимальное расстояние между дублирующими дымовыми или тепловыми пожарными извещателями должно быть равно половине нормативного". В п. 13.3. НПБ 88-2001 формулировка была изменена на более гибкую «на расстоянии не более половины нормативного, определяемого по таблицам 5 - 9 соответственно, если система пожарной сигнализации предназначена для управления автоматическими установками пожаротушения или дымоудаления, или оповещения о пожаре, что позволяло устанавливать извещатели в непосредственной близости друг от друга и действительно контролировать каждую точку помещения одновременно двумя извещателями (рис. 7). Однако такое размещение несколько ухудшает дизайн помещения и обычно используется на промышленных объектах, складах и т.п.



Рис. 7. Расстановка извещателей для двойного контроля помещения

Если исходить из радиуса защищаемой площади равного для дымового извещателя 6,36 метра, в помещении размером 9 x 18 метров с двумя дымовыми извещателями получаем, что резервирование обеспечивается только в небольшой центральной части помещения и при отказе одного извещателя практически половина помещения остается без защиты (рис. 8).

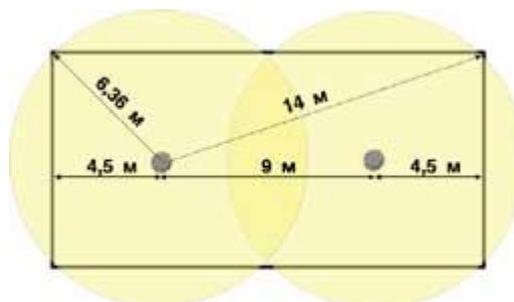


Рис. 8. Два извещателя - резервирование отсутствует почти на половине площади

Расчеты показывают, что двойной контроль каждой точки данного помещения обеспечивается при радиусе защищаемой площади каждого извещателя порядка 14 метров, что превышает все разумные пределы.

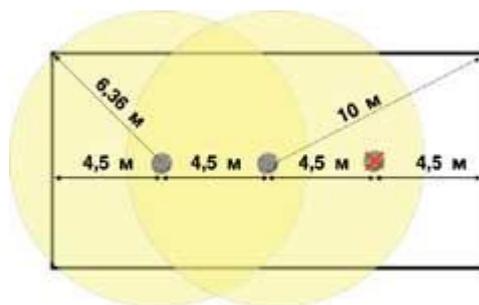


Рис. 9. Три извещателя - не полное резервирование крайних извещателей

Если в этом помещении установить три извещателя с шагом 4,5 метра (рис. 9), то радиус должен быть не менее 10 метров! И даже при установке четырех извещателей с уменьшенными в два раза расстояниями: от стены по 2,25 метра, между извещателями по 4,5 метра, радиус защищаемой площади должен быть примерно 8 метров, что не соответствует даже европейским требованиям (рис. 10).

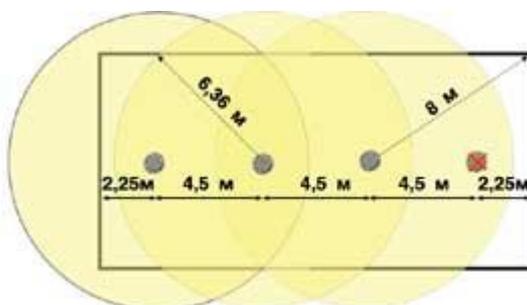


Рис. 10. Четыре извещателя – не обеспечивается двойной контроль помещения

Строгое выполнение требования контроля двумя извещателями каждой точки помещения 9 x 18 метров обеспечивается при установке двух пар извещателей (рис. 11) или при установке не менее пяти извещателей, распределенных по помещению.

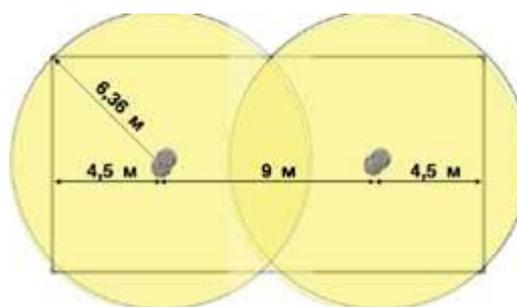


Рис. 11. Обеспечение контроля каждой точки двумя извещателями

Действующие нормы и преимущество адресных извещателей

В настоящее время расстановка пожарных извещателей регламентируется последней редакцией НПБ 88-2001*, где запуск пожаротушения, дымоудаления и оповещения 4-го и 5-го типа предписывается производить по сработке двух извещателей и для резерва в каждом шлейфе устанавливать еще минимум по одному дополнительному извещателю. Естественно для работы системы по данному алгоритму необходимо обеспечить контроль каждой точки помещения не менее, чем тремя извещателями при использовании одного двухпорогового шлейфа и не менее, чем четырьмя извещателями при использовании двух однопороговых шлейфов. Предписывается, как уже было в СНиП 2.04.09-84 для обеспечения двойного контроля, установка извещателей на расстояниях в два раза меньших по сравнению с нормативными. Тройного контроля помещения при использовании данного способа расстановки (рис. 10) нет, как было показано выше, даже двойной контроль обеспечивается не во всем помещении. В рассматриваемом примере для корректной работы системы необходимо предположить, что извещатели обеспечивают контроль площади радиусом более 12 метров. Исходя из реальной защищаемой площади радиусом 6,36 метра, при отказе среднего

извещателя контроль одновременно двумя извещателями обеспечивается только на 53,4% площади (рис. 12), а при отказе крайнего извещателя - на 64,2% площади (рис. 13). Таким образом, в рассматриваемом примере при отказе одного извещателя вероятность включения системы пожаротушения менее 0,6. Неутешительный результат.

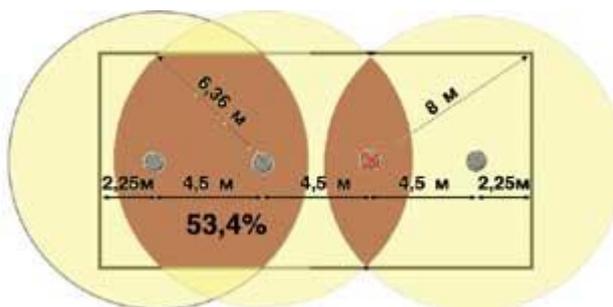


Рис. 12. При отказе среднего извещателя пожаротушением защищено 53,4% площади

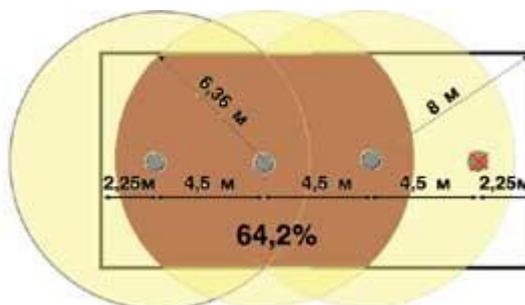


Рис. 13. При отказе крайнего извещателя пожаротушением защищено 64,2% площади

Что рекомендовать для обеспечения достаточно высокой надежности системы? Можно применять высоконадежные пожарные извещатели известных мировых производителей, которые за рубежом ставят по одному на помещение. Например, с успехом можно использовать неадресные извещатели Систем Сенсор ИП212/101-2-A1R. Но более интересен вариант использования адресных извещателей с контролем работоспособности или адресно-аналоговых извещателей, что исключает неконтролируемый отказ извещателей. Кроме того, по действующим нормам (п.п. 12.17, 13.2* НПБ 88-2001*) при использовании адресных извещателей с автоматическим контролем работоспособности резервирование извещателей не требуется, а формирование сигналов оповещения 1, 2, 3 типа по НПБ 104 и блокировку инженерных систем допускается производить при активизации одного извещателя. Таким образом, к проектированию данных систем применимы положения, приведенные в первых двух разделах статьи. Несмотря на несколько большую стоимость оборудования, за счет установки одного извещателя на помещение, разветвленного шлейфа с большим числом извещателей (порядка сотни), включения запотолочных извещателей в ответвления, а не в отдельный шлейф даже на небольшом объекте с несколькими зонами обеспечивается экономия общих затрат по сравнению с неадресными системами.

Вместо заключения: конечно остается самый простой вариант – считать, что логика работы противопожарной системы подчиняется каким-то иным законам, типа когда-нибудь да сработает, и продолжать спорить о том, как трактовать различные положения норм в каждом конкретном случае.

Для справки: «Расстояние от точки до плоскости равно длине перпендикуляра, опущенного из точки на эту плоскость. Расстояние от точки до поверхности вращения, независимо от ее вида определяется длиной перпендикуляра, опущенного из точки на ближайшую к ней образующую поверхности» из курса геометрии.

РАССТАНОВКА ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ – ПРОБЛЕМНЫЕ СЛУЧАИ

Требования по размещению пожарных извещателей приведены в НПБ 88-2001* «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования». Однако в этом документе регламентированы только основные варианты расстановки извещателей,

для сравнительно простых случаев. На практике часто встречаются помещения с наклонными перекрытиями, с декоративными подвесными решетчатыми потолками, с приточно-вытяжной вентиляцией и т.д., которые должны быть грамотно защищены не смотря на отсутствие конкретных указаний в НПБ 88-2001*. На все не типовые случаи есть общее требование в п. 3. НПБ 110-03 "Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией": «Тип автоматической установки тушения, способ тушения, вид огнетушащих средств, тип оборудования установок пожарной автоматики определяется организацией-проектировщиком в зависимости от технологических, конструктивных и объемно-планировочных особенностей защищаемых зданий и помещений с учетом требований действующих нормативно-технических документов». В НПБ 88-2001* так же присутствуют общие требования, например, по п. 12.19 «размещение точечных тепловых и дымовых пожарных извещателей следует производить с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной или вытяжной вентиляцией», однако критерии оптимизации расположения извещателей не даны, только указано, что «при этом расстояние от извещателя до вентиляционного отверстия должно быть не менее 1 м».

Избежать грубых ошибок при проектировании во многих сложных случаях можно используя дополнительные материалы, например, европейский стандарт BS 5839-1:2002 по системам обнаружения пожара и оповещения для зданий, Часть 1 «Нормы и правила проектирования, установки и обслуживания систем», где в каждом разделе и в каждом параграфе сначала излагаются физические процессы, а затем вытекающие из них требования, что позволяет быть уверенным в правильности выбранного решения в конкретном случае. Например, при расстановке автоматических пожарных извещателей необходимо учитывать специфику их работы в зависимости от типа:

Работа тепловых и дымовых датчиков зависит от конвекции, которая переносит горячий газ и дым от очага к датчику. Расположение и шаг установки этих датчиков должны основываться на необходимости ограничения времени, затраченного на это движение и при условии достаточной концентрации продуктов сгорания в месте установки датчика. Горячий газ и дым, в общем случае, будут концентрироваться в самых высоких частях помещения, поэтому именно там должны быть расположены тепловые и дымовые датчики. Так как дым и горячие газы от очага поднимаются вверх, они разбавляются чистым и холодным воздухом, который поступает в конвективную струю. Следовательно, с увеличением высоты помещения быстро возрастает размер очага, достаточный для активизации тепловых или дымовых датчиков. До некоторой степени, этот эффект можно компенсировать при использовании более чувствительных датчиков. Линейные дымовые датчики с оптическим лучом менее чувствительны к эффекту высокого потолка, чем датчики точечного типа, поскольку с увеличением задымленного пространства пропорционально увеличивается длина луча, на которую воздействует дым.

К тому же, при захвате конвекционной струей окружающего воздуха происходит охлаждение газов. Если потолок достаточно высок и окружающая температура в верхней части помещения высокая, температура газодымовой смеси может снизиться до температуры окружающей среды на уровне ниже потолка. Это возможно, если температура воздуха в помещении увеличивается с высотой, например в результате нагрева солнцем воздух на высших уровнях может быть более высоким, чем температура дыма. Тогда слой дыма сформируется на этом уровне прежде, чем достигнет потолка, как если бы в помещении был "невидимый потолок" на определенной высоте. Этот эффект известен как стратификация – расслоение. В этом случае и дым, и горячие газы не будут воздействовать на установленные на потолке датчики, независимо от их

чувствительности. Обычно трудно предсказать с достаточно высокой степенью достоверности уровень, на котором будет происходить стратификация. Это будет зависеть от конвективной тепловой мощности очага и от температурного профиля в пределах защищаемого пространства во время пожара, ни один из которых не известен количественно. Если датчики установлены на предполагаемом уровне стратификации, а стратификация не происходит или она происходит на более высоком уровне, обнаружение может быть опасно запоздалым, поскольку относительно узкая конвекционная струя может «обойти» датчики. В конце концов, так как очаг увеличивается и выделяется больше тепла, конвекционная струя преодолет тепловой барьер и установленные на потолке датчики будут работоспособны, хотя и в более поздней стадии пожара, чем если бы никакая стратификация не произошла. (Однако, больший очаг обычно обнаруживается, если высота потолка больше.) Таким образом, в высоком помещении, в котором стратификация является вероятной, хотя и может быть использованы дополнительные датчики, на более низких уровнях в надежде обнаружить стратифицированный слой, всегда должны использоваться датчики, установленные на потолке. Так как струя горячего газа является относительно узкой, радиус зоны контроля дополнительных детекторов должен быть уменьшен.

Хотя, для обычной защиты какой-либо зоны, применяются приведенные выше рассуждения, локальные участки могут быть защищены дополнительными пожарными датчиками. Например, системы с тепловыми линейными датчиками могут быть особенно подходящими для того, чтобы защитить элементы энергоустановок или кабельную сеть. При использовании в этих целях, датчик должен быть установлен настолько близко к месту, где мог бы возникнуть огонь или перегрев, он должен быть расположен над защищаемой установкой или в тепловом контакте с ней.

На эффективность автоматической системы обнаружения пожара будут влиять преграды между тепловыми или дымовыми датчиками и продуктами горения. Важно, чтобы тепловые и дымовые датчики не были установлены слишком близко к преградам для потока горячих газов и дыма к датчику. Вблизи стыка стены и потолка располагается «мертвое пространство», в котором обнаружение тепла или дыма не будет эффективно. Так как горячий газ и дым растекаются горизонтально параллельно потолку, аналогично, имеется застойный слой вблизи потолка; это исключает установку с расположением чувствительного элемента теплового или дымового датчика вровень с потолком. Это ограничение может быть менее важно в случае аспирационной системы, поскольку эта система активно втягивает пробы воздуха из движущегося слоя дыма и горячих газов.

При установке тепловых и дымовых датчиков, должна быть рассмотрена возможная структура воздушных потоков в помещении. Кондиционирование воздуха и вентиляционные системы с высоким уровнем воздухообмена могут неблагоприятно влиять на способности датчиков, создавая приток к ним свежего воздуха, и отток нагретого воздуха, дыма и газов от горения, или разжижая дым и горячие газы от очага.

Датчики дыма могут быть установлены, для контроля дыма в вентиляционных каналах. В основном, такие датчики должны способствовать предотвращению распространения дыма вентиляционной системой, любая рециркуляция должна быть прекращена в случае пожара. Эти датчики могут быть подключены к системе пожарной тревоги, но, если датчики дыма имеют нормальную чувствительность, они не могут являться удовлетворительным средством обнаружения пожара в зоне из которой поступает воздух, так как дым разбавляется извлеченным чистым воздухом...»

Из приведенной физической модели вытекают два основных принципа, которые учитываются при размещении дымовых и тепловых пожарных извещателей:

- в случае плоских перекрытий при отсутствии помех и препятствий дымовой и тепловой извещатели защищают площадь в виде круга в горизонтальной плоскости;
- необходимо регламентировать минимальное и максимальное расстояние извещателей от перекрытия.

По стандарту BS 5839-1:2002 радиус защиты для детекторов дыма составляет 7,5 м, для тепловых детекторов - 5,3 м в горизонтальной проекции. Таким образом, легко определить расстановку извещателей в помещении любой формы: расстояние от любой точки помещения до ближайшего дымового ИП в горизонтальной проекции должно быть не более 7,5 м, от теплового – не более - 5,3 м. Данные радиусы защищаемой площади определяют несколько большие расстояния между извещателями при расстановке по квадратной решетке (рис. 1) по сравнению с требованиями НПБ 88-2001*. Значительная экономия числа извещателей (примерно в 1,3 раза) достигается в больших помещениях при использовании расстановки извещателей по треугольной решетке (рис. 2).

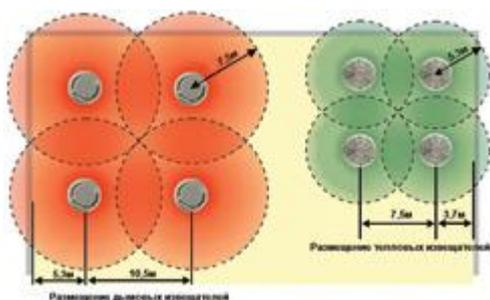


Рис. 1. Простейшая схема размещения детекторов дыма и тепла

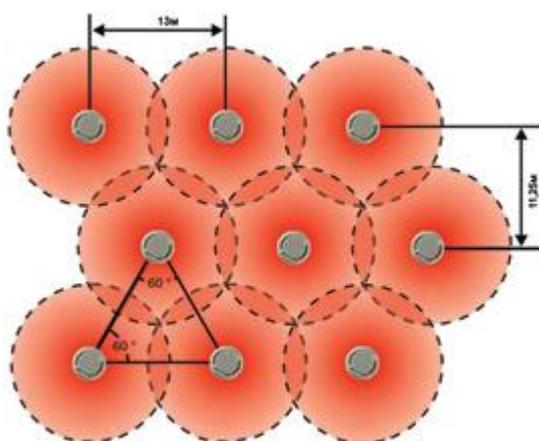


Рис. 2. Расстановка извещателей в больших помещениях

В настоящее время на практике данные положения можно использовать только при использовании аспирационных извещателей. В Рекомендациях ФГУ ВНИИПО МЧС России по проектированию систем пожарной сигнализации с использованием аспирационных дымовых пожарных извещателей серий LASD и ASD, указано, что, "при защите помещений произвольной формы максимальные расстояния между воздухозаборными отверстиями и стенами определяются исходя из того, что площадь, защищаемая каждым воздухозаборным отверстием, имеет форму круга радиусом 6,36 м (рис. 3).

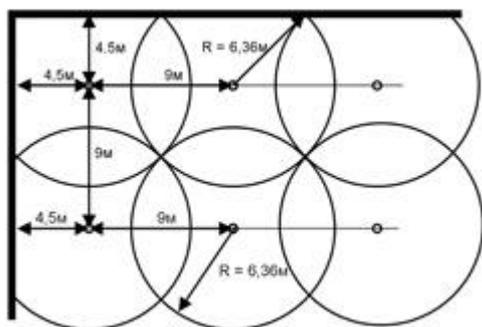


Рис. 3. Каждое отверстие защищает круг радиусом 6,36 м

Расстояние до перекрытия

По британскому стандарту BS5839 пожарные извещатели должны быть установлены на потолке, так чтобы их чувствительные элементы были расположены ниже потолка в пределах:

1. 25 мм – 600 мм для дымовых датчиков;
2. 25 мм – 150 мм для тепловых датчиков.

Непосредственно у перекрытия остается прослойка чистого воздуха, что и определяет минимальное расстояние от чувствительного элемента дымового и теплового извещателя до перекрытия равное 25 мм. По этой же причине запрещена установка извещателей заподлицо. В НПБ 88-2001* подобное требование указано пока только для линейного дымового пожарного извещателя п. 12.29. "... оптическая ось проходила на расстоянии не менее 0,1 м от уровня перекрытия" и для линейных тепловых пожарных извещателей п. 12.37: "... расстояние от извещателя до перекрытия должно быть не менее 15 мм".

По НПБ 88-2001* п. 12.18* для всех точечных пожарных извещателей "при подвеске извещателей на тросе должны быть обеспечены их устойчивое положение и ориентация в пространстве. При этом расстояние от потолка до нижней точки извещателя должно быть не более 0,3 м". В стандарте BS5839 указаны различные максимальные расстояния от перекрытия для дымового и для теплового датчика. Дымовые извещатели обеспечивают раннее обнаружение пожара, на этапе тления материалов, и возможно размещение на расстоянии порядка 300 мм от перекрытия даже при отсутствии эффекта стратификации. В отличие от дымовых извещателей тепловые детекторы не обнаруживают тлеющие пожары, а на стадии открытого огня происходит значительное повышение температуры, соответственно эффект стратификации отсутствует и увеличение расстояния между от перекрытием и термочувствительным элементом на расстояние более 150 мм приведет к недопустимо позднему обнаружению пожара, т.е. сделает их практически не работоспособными.

Перфорированные потолки

В аэропортах, в крупных торговых центрах и т.д. часто используются декоративные решетки, чтобы закрыть воздухопроводы и кабели, размещенные под перекрытием. Например, потолки типа "Грильято". Как в этом случае нужно устанавливать пожарные извещатели? В стандарте BS 5839-1:2002 указано, что датчики, установленные на основном потолке, могут использоваться для защиты области ниже перфорированного фальшпотолка, если одновременно выполняются условия:

1. площадь перфорации составляет больше чем 40 % из любой секции потолка 1m x 1m;
2. минимальный размер каждой перфорации в любом сечении не менее 10mm;
3. толщина фальшпотолка не более чем в три раза превышает минимальный размер каждой ячейки перфорации.

Во всех других случаях датчики должны быть установлены ниже фальшпотолка, и если необходима защита запотолочного пространства, дополнительные датчики должны быть установлены на основном потолке в запотолочном пространстве.

При выполнении приведенных условий практически не происходит разделения помещения на два пространства, дым проходит через перфорацию фальшпотолка и обнаруживается извещателями, установленными на перекрытии. Эти условия с большим запасом выполняются для потолка типа " Грильято", для большей убедительности рекомендуется рассматривать его, как декоративную решетку, практически не создающую препятствия для распространения дыма.

Наклонные перекрытия

Отсутствие в наших нормах понятия наклонного, негоризонтального перекрытия может привести к грубым ошибкам при проектировании. Максимально допустимое расстояние от чувствительного элемента детектора до перекрытия определяет критерий оценки горизонтальности перекрытия, причем без использования каких-либо значений угла наклона. Если перепад высот потолка при использовании детекторов дыма не превышает 600 мм, то дым скапливается в верхней части помещения и потолок считается горизонтальным, независимо от площади помещения. Аналогично для тепловых детекторов, если перепад высот не превышает 150 мм, потолок также считается горизонтальным независимо от размеров помещения. При больших перепадах высот дым с теплым воздухом "стекает" вверх по уклону в направлении конька и заполняется верхняя часть объема. В этом случае первый ряд пожарных извещателей устанавливается по коньку, а остальные ряды параллельно по скатам первому. Возможно размещения извещателей на более низком уровне, при этом чувствительные элементы дымового извещателя должны быть расположены не ниже 600 мм от верхней части перекрытия, а тепловые не ниже 150 мм (рис.).

Кроме того, покатый участок перекрытия, как правило, увеличивает скорость подъема потока дыма и теплого воздуха в направлении вершины, сокращая таким образом время задержки до срабатывания детектора. Соответственно, в BS 5839-1:2002 допускается увеличить расстояние между детекторами в верхнем ряду: для каждого градуса угла наклона ската допускается увеличивать расстояние между детекторами на 1%, но максимум на 25%. Если скаты перекрытия имеют разные углы наклона, то расстояние между извещателями, установленными вдоль конька, выбирается исходя из меньшего значения, определенного по меньшему углу наклона (рис. 4). В данном примере между извещателями по коньку допускается увеличить на 18%, т.е. до 12,39 м. Остальные извещатели устанавливаются исходя из стандартной величины радиуса защищаемой площади равного 7,5 м в горизонтальной проекции. При этом рекомендуется обращать особое внимание при определении расположения следующих рядов детекторов, чтобы не допускать зазоров между кругами извещателей различных рядов и разных радиусов.

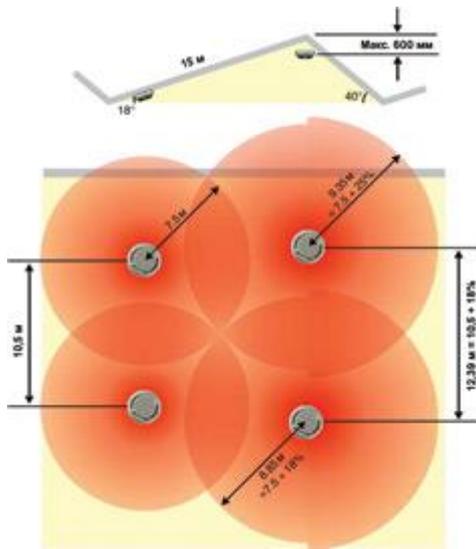


Рис. 4. Защита помещения со скатами под разными углами BS 5839-1:2002

Конечно нам эти нюансы нельзя использовать на практике, но критерий наклонного перекрытия вполне применим. По НПБ 88-2001* п. 12.18*, уже упоминавшемуся выше, для всех точечных пожарных извещателей "... расстояние от потолка до нижней точки извещателя должно быть не более 0,3 м". Таким образом, в помещении 9 x 9 м при перепаде высот порядка 0,6 м возможна установка извещателя в центре помещения, а при большем перепаде высот его рекомендуется располагать на более высокой части перекрытия. При этом следует выполнять требование, указанное в п. 12.18*: "При установке точечных пожарных извещателей под перекрытием их следует размещать на расстоянии от стен не менее 0,1 м". Отметим, что в BS 5839-1:2002 это расстояние для горизонтальных перекрытий составляет 0,5 м.

Аналогично требованиям относительно точечных дымовых извещателей при установке линейных дымовых извещателей в стандарте BS 5839-1:2002 необходимо обеспечить расстояние от луча до горизонтального перекрытия в пределах от 25 мм до 600 мм. В помещении с негоризонтальным перекрытием, т.е. при перепаде высот потолка более 600 мм, требуется защитить пространство вдоль конька крыши. В этом случае по BS 5839-1:2002 расстояние между оптическими осями линейных извещателей также может быть увеличено на 1% для каждого градуса наклона до максимального значения 25 % (рис. 5).

В нашей практике расстояние между оптическими осями не только не может быть уменьшено, но и вряд ли может быть измерено в горизонтальной проекции, т.к. в таблице 6 НПБ 88-2001* указаны максимальные расстояния непосредственно между оптическими осями извещателей, без учета возможно их размещения на наклонном перекрытии.



Рис. 5. Защита помещения с наклонным потолком

При отсутствии возможности установки линейных дымовых детекторов под перекрытием, например, в атриумах со стеклянной куполообразной крышей, по BS 5839-1:2002 допускается их размещение на уровне ниже 600 мм от потолка. Однако при таком размещении детекторов защищаемая площадь значительно сокращается и составляет до 12,5% от высоты установки в каждую сторону от оптической оси (рис. 6). Дым с увеличением высоты расходится на большую площадь, следовательно, экономичнее устанавливать линейные оптические детекторы на максимально возможной высоте. Так, например, при установке на высоте 4 м для надежного обнаружения очага расстояние между оптическими осями должно быть не более 1 м, при установке на высоте 20 м соответственно не более 5 м.

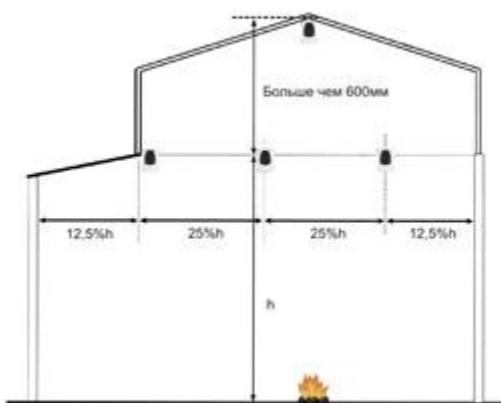


Рис. 6. Защита помещения на среднем уровне

Перекрытия с балками

В больших производственных помещениях обычно на перекрытии имеются балки значительной высоты. Расстановка извещателей в этом случае должна производиться в соответствии с п. 12.20. НПБ 88-2001*: "точечные дымовые и тепловые пожарные извещатели следует устанавливать в каждом отсеке потолка шириной 0,75 м и более, ограниченном строительными конструкциями (балками, прогонами, ребрами плит и т. п.), выступающими от потолка на расстояние более 0,4 м. Если строительные конструкции выступают от потолка на расстояние более 0,4 м, а образуемые ими отсеки по ширине меньше 0,75 м, контролируемая пожарными извещателями площадь, указанная в таблицах 5, 8, уменьшается на 40 %. При наличии на потолке выступающих частей от 0,08 до 0,4 м контролируемая пожарными извещателями площадь, указанная в таблицах 5, 8, уменьшается на 25%.

При этом не указано по каким осям следует уменьшать расстояние между извещателями. Балки препятствуют распространению дыма в поперечном направлении и, следовательно, по этому направлению необходимо сокращать расстояния, обеспечивая заданное сокращение контролируемой площади. Расстояния между извещателями вдоль балок сокращать не имеет смысла, т.к. между балками дым распространяется даже быстрее, т.к. проявляется эффект ограничения пространства как в коридоре, где расстояния между извещателями допускается увеличивать в 1,5 раза.

В BS 5839-1:2002 более подробно рассмотрены два варианта: линейные балки (рис. 7) и соты (рис. 8).

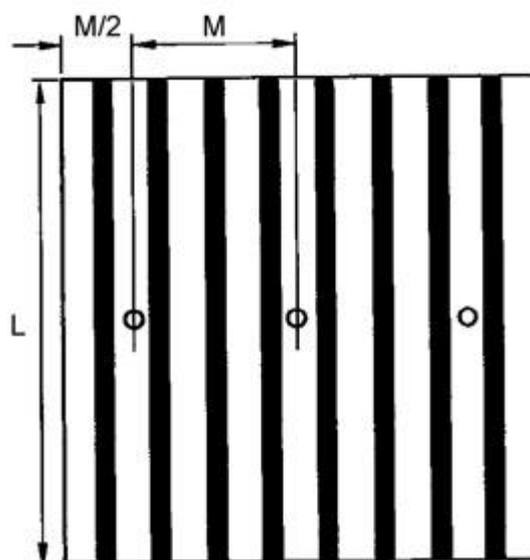


Рис. 7. Потолок с балками. M – расстояние между извещателями

Требования BS 5839-1:2002 по допустимым расстояниям между извещателями поперек балок в зависимости от высоты потолка и высоты балок приведены Таблице 1.

Максимальное защищаемое расстояние вдоль балок L сохраняется: для дымовых извещателей равна 10,6 м, для тепловых извещателей равна 7,5 м, а поперек балок сокращается в 2 – 3 раза!

Таблица 1

Высота потолка (округленная до целого) H , м	Высота балки D	Максимальное расстояние между двумя дымовыми (тепловыми) детекторами поперек балок M
6 м или менее	Менее 10% H	5 м (3,8 м)
Более 6 м	Менее 10% H и 600 мм или менее	5 м (3,8 м)
Более 6 м	Менее 10% H и более 600 мм	5 м (3,8 м)
3 м или менее	Более 10% H	2,3 м (1,5 м)
4 м	Более 10% H	2,8 м (2 м)
5 м	Более 10% H	3 м (2,3 м)
≥ 6 м	Более 10% H	3,3 м (2,5 м)

Где, H – высота потолка; D – высота балки.

Для потолка в виде сот пожарные извещатели устанавливаются на балке при относительно небольшой ширине ячейки, меньше учетверенной высоты балки, либо на потолке при ширине ячейки больше учетверенной высоты балки (таблица 2). Здесь фигурирует граница высоты балки 600 мм (в отличии от наших 400 мм), но и учитывается относительная высота балки – дополнительная граница, 10% от высоты помещения.

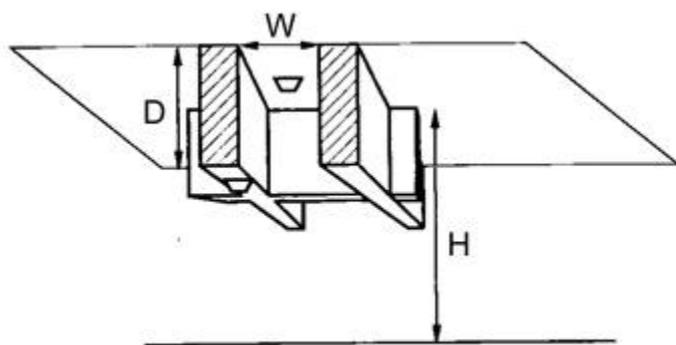


Рис. 8. Потолок в виде сот.

Таблица 2

Высота потолка (округленная до целого) H , м	Высота балки D	Максимальное расстояние до ближайшего дымового (теплого) извещателя	Размещение детектора при $W \leq 4D$	Размещение детектора при $W > 4D$
6 м или менее	Менее 10% H	Как при плоском потолке	На нижней плоскости балок	На потолке
Более 6 м	Менее 10% H и 600 мм или менее	Как при плоском потолке	На нижней плоскости балок	На потолке
Более 6 м	Менее 10% H и более 600 мм	Как при плоском потолке	На нижней плоскости балок	На потолке
3 м или менее	Более 10% H	4,5 м (3 м)	На нижней плоскости балок	На потолке
4 м	Более 10% H	5,5 м (4 м)	На нижней плоскости балок	На потолке
5 м	Более 10% H	6 м (4,5 м)	На нижней плоскости балок	На потолке
≥ 6 м	Более 10% H	6,6 м (5 м)	На нижней плоскости балок	На потолке

Где, H – высота потолка; W – ширина ячейки; D – высота балки.

Об авторе: Неплохов И.Г., к.т.н., начальник отдела технической поддержки компании "Систем Сенсор Фаир Детекторс"

понедельник, 25 августа 2008 г.