



**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»
инженерно-строительный факультет**

**и
Автономная некоммерческая научно прикладная организация
«Институт промышленной безопасности»
при
Филиале «Фонда пожарной безопасности»
по Санкт-Петербургу и Ленинградской области**

Н.И.Ватин, С.Е.Епишин

Пожарные извещатели

Методические указания по дисциплине
Инженерные системы зданий и сооружений

Санкт-Петербург –
2005 г.

1. Выбор типа пожарных извещателей

При выборе типа пожарного извещателя (ПИ) необходимо определить задачи, стоящие перед системой обнаружения пожара в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность»:

- обеспечение пожарной безопасности людей.
- обеспечение пожарной безопасности материальных ценностей.
- обеспечение пожарной безопасности людей и материальных ценностей.

Необходимо собрать исходные данные по характеристике объекта и виду горючей нагрузки. Затем провести анализ характеристик пожарных извещателей, которые будут удовлетворять этим требованиям.

Исходными данными для выбора типа ПИ могут быть следующие факторы и параметры:

вид, количество и распределение пожарной нагрузки;
превалирующий фактор пожара;
наличие факторов, схожих с факторами пожара, которые могут привести к ложным срабатываниям (устройства отопления, светильники и другие тепловыделяющие элементы, прогрев конструкций помещений от солнечного излучения, дым, пыль, влага, источники ИК и УФ излучения, солнечное излучение);

- диапазон температуры и влажности;
- наличие механических воздействий по ГОСТ 17516.1-90;
- наличие коррозионно-активных агентов;
- уровень электромагнитных помех на месте размещения;
- геометрические размеры помещения (длина, ширина и высота ограждающих конструкций);
- конструкции перекрытия;
- категории помещений по НПБ 105-2003 и классы зон по ПУЭ;
- предел огнестойкости строительных конструкций;
- характеристика и расстановка технологического оборудования;
- расположение инженерных коммуникаций;
- наличие и характеристика систем вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления;
- необходимое время обнаружения пожара для выполнения задач стоящих перед системой.

При выборе типа ПИ может быть произведен расчет времени наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара и соответственно величины очага пожара, который должен быть обнаружен.

Решающим значением при выборе типа ПИ является определение превалирующих факторов пожара (газ, аэрозоль, дым, пламя, температура), последовательность и время их появления.

При недостаточности информации необходимо получение экспертного заключения о возможных факторах пожара или проведение экспериментов.

Например, в соответствии с экспериментальными данными развития очага пожара целлюлозосодержащих материалов в течение первых 20 минут выделяются газообразные продукты термического разложения, затем появляются видимые дымообразные продукты, регистрируемые дымовыми ПИ на 40-ой минуте. Появление в помещении пороговых уровней избыточной температуры обнаруживается через 2-2,5 часа в зависимости от высоты помещения, открытое пламя может быть обнаружено ранее срабатывания тепловых извещателей.

Если установлено, что превалирующим фактором пожара будут газообразные продукты, то целесообразно применение газовых пожарных извещателей. Применение газовых пожарных извещателей ограничено отсутствием сертифицированных образцов, удовлетворяющих в достаточной степени требованиям применения.

Если установлено, что превалирующим фактором пожара будет дым, то целесообразно применение дымовых ПИ.

Если установлено, что превалирующим фактором пожара будет пламя, то целесообразно применение извещателей пламени.

Если установлено, что преобладающим фактором пожара будет тепло, то целесообразно применение тепловых пожарных извещателей.

Если преобладающий фактор вероятного пожара не установлен, целесообразно применение комбинации извещателей или комбинированных (в т.ч. диагностических, «интеллектуальных» извещателей, реагирующих на различные факторы пожара).

При обнаружении пожара отдельное помещение может быть разбито на различные зоны обнаружения в зависимости от вероятности возникновения пожара и его динамики, для формирования своевременных воздействий на него. При этом в каждой зоне могут быть установлены разные типы извещателей.

2. Особенности выбора и применения пожарных извещателей пламени

Вопросы применения и размещения пожарных извещателей пламени (ПИП) имеют более сложный характер, чем применение тепловых и дымовых пожарных извещателей.

Однако правильный выбор ПИП, алгоритма их включения, оптимальный подбор соотношения сигнал/помеха (параметра, характеризующего его чувствительность и помехозащищенность) для конкретных условий применений позволяет обеспечить раннее обнаружение очага пожара в условиях действующих помех.

Характеристики пожарных извещателей пламени и особенности их работы

Пожарные извещатели в зависимости от области спектральной чувствительности можно разделить на следующие группы:

- чувствительные в области ультрафиолетового спектра электромагнитного излучения (УФ);
- чувствительные в видимой области спектра;
- чувствительные в инфракрасной области спектра (ИК);
- многоспектральные.

Пожарные извещатели ИК диапазона в зависимости от информативного признака излучения пламени разделяются на два типа:

- извещатели, реагирующие на постоянную составляющую излучения;
- извещатели, реагирующие на эффект пульсации (мерцания) излучения пламени, где за полезный сигнал принимается только его изменение с частотой от 2 до 40 Гц (пульсация), характерное для свободного горения материалов.

Обнаружительная способность ПИ пламени характеризуется чувствительностью, т.е. расстоянием, на котором он срабатывает от излучения пламени тестовых очагов заданной величины по НПБ 72-98.

Чувствительность пожарного излучателя зависит от спектра излучения пламени при горении разных материалов и диапазона спектральной чувствительности извещателя. Эти параметры должны приводиться в технической документации на пожарные извещатели.

Если в технической документации на ПИ этих данных нет, то целесообразно проведение испытаний для обеспечения эффективного обнаружения горения.

Другой важной характеристикой пожарного извещателя является его инерционность.

Инерционность извещателей пламени, в основном, связана со способом обработки сигнала, формируемого фотоприемником. Способ обработки сигнала связи, в свою очередь, с информационным признаком пожара, на который реагирует ПИ.

Извещатели, реагирующие на постоянную составляющую входного сигнала, как правило, могут иметь малую инерционность (1 мкс...3с).

Извещатели, реагирующие на пульсации излучения, имеют значительно большую инерционность, связанную с необходимым временем для обработки входного сигнала, как правило, более 3 с.

Пожарные извещатели пламени в зависимости от спектральной чувствительности и особенностей обработки входного сигнала имеют различные уровни помехозащищенности.

Извещатели пламени ультрафиолетового диапазона практически не чувствительны к излучению, исходящему от объектов с температурами поверхности, не имеющей видимого свечения, светильникам, закрытым плафонами, лампам накаливания (за исключением открытых ламп в кварцевой колбе, например, металло-галогенных, некоторых типов газоразрядных).

Извещатели пламени УФ диапазона, в отличие от ИК извещателей, могут применяться для обнаружения пожара в условиях наличия в защищаемых зонах перегретых, не имеющих свечения тел, например, в камерах сушки.

Извещатели УФ диапазона чувствительны к излучению дуги при проведении сварочных

работ и воздействию излучения от молний и солнца через проемы, не защищенные стеклом, поглощающим ультрафиолетовое излучение, например, оконным.

Следует учитывать наличие в контролируемой зоне газов и паров воды, ослабляющих излучение пламени.

Извещатели, область чувствительности которых выбрана в ближней инфракрасной области спектра (например, с фотопреобразователями из Si, Ge), обладают более низкой помехоустойчивостью к воздействию солнечного излучения, чем извещатели с фотопреобразователями, спектр чувствительности которых смещен в более длинноволновую область спектра, например, PbS и PbSe.

Извещатели, реагирующие на переменную составляющую, - это извещатели пламени.

Извещатели, реагирующие на эффект пульсации пламени, получили широкое применение благодаря простоте конструкции и более низкой стоимости по сравнению с извещателями, реагирующими на постоянную составляющую излучения пламени.

Преимуществом метода является возможность получения высокой помехоустойчивости извещателя к фоновым помехам постоянного уровня.

Недостатками извещателей пульсационного типа являются:

- невозможность регистрации полезной постоянной составляющей излучения, исходящего из зоны пожара, значение которого может достигать 98%;
- невозможность регистрации пожара, развитие которого возникает не от малого, свободно горящего очага, а от вспышки испарившихся материалов, при которой переменная составляющая очага пламени может быть не зарегистрирована, вследствие превышения размерами области вспышки размеров телесного угла зоны чувствительности извещателя;
- низкая помехоустойчивость к помехам, вызванным перемещающимися объектами и вращающимися элементами оборудования, качающимися деревьями, насекомыми и птицами и т.д., на фоне постоянного фонового излучения;
- низкое быстродействие по сравнению с излучателями, реагирующими на постоянную составляющую излучения пламени.

Для использования в качестве привода автоматических систем пожарных систем предпочтение, как правило, отдается извещателям, реагирующим на постоянный уровень излучения, не связанный с условиями горения. Такие извещатели более устойчивы к модулированным воздействиям излучения солнца и других источников, не связанных с пожаром.

Для повышения помехоустойчивости предпочтительно применение многоспектральных пожарных извещателей.

2.1. Область применения пожарных извещателей пламени.

Извещатели пламени применяются, как правило, для защиты зон, где необходима высокая эффективность обнаружения, поскольку обнаружение пожара извещателями пламени происходит в начальной фазе пламенного горения, когда температура в помещении еще далека от значений, при которых срабатывают тепловые пожарные извещатели.

Извещатели пламени обеспечивают возможность защиты зон со значительным теплообменом и открытых площадок, где невозможно применение тепловых и дымовых извещателей.

Извещатели пламени могут применяться для организации контроля наличия перегретых поверхностей агрегатов при авариях, контроля наличия твердых фрагментов перегретого топлива на транспорте.

Извещатели пламени с диаграммой чувствительности в виде узкого луча применяются для контроля протяженных зон, например, на транспортерах, а также для использования в зонах с очень высокими фоновыми излучениями помех, например, для открытых площадок.

Наиболее эффективно применение излучателей пламени на следующих объектах

- с большой высотой потолков и перекрытий, например, высокие склады, ангары для технического обслуживания самолетов, машинные залы предприятий энергетики и других отраслей промышленности и т.д.;
- где возможно быстрое распространение пламени, например, гаражи, склады и хранилища горючих (ГЖ) и легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), газокompрессорные станции, объекты транспортировки нефти, предприятия, где в технологических циклах используются ГЖ и ЛВЖ, склады

- резинотехнических изделий и т.д.
- где сконцентрированы большие материальные ценности, например, склады дорогостоящей техники, раритеты и т.д.
- открытые площадки, где в технологических целях используются нефтепродукты и другие горючие материалы.

2.2. Особенности размещения и включения извещателей пламени

При размещении пожарных извещателей пламени защищаемая зона должна контролироваться не менее, чем двумя ПИ. Для исключения ложных срабатываний от воздействия оптических помех ПИ устанавливаются таким образом, чтобы контролировать одну и ту же зону с разных направлений и включаются по схеме «и». Для обеспечения возможности обнаружения пожара при отказе одного из них ПИ включаются по схеме «или».

Для запуска установок пожаротушения работающих в автоматическом режиме сигнал управления должен формироваться не менее чем от двух пожарных извещателей, в этом случае защищаемую зону необходимо контролировать не менее, чем тремя пожарными извещателями для обеспечения работоспособности системы при возможном отказе одного из извещателей.

В обоснованных случаях допускается контролировать защищаемую зону двумя пожарными извещателями, если выполняется условие п. 12.17 (а, б, в) ППБ 88-2001*, обеспечивается возможность замены неисправного пожарного извещателя за установленное время, применяются дополнительные требования по повышению помехоустойчивости, при этом должны быть указаны варианты запуска установок при обнаружении отказа одного из ПИ.

Количество извещателей для контроля одной зоны, а также схема их включения определяется проектировщиком в зависимости от назначения системы обнаружения и конкретных условий применения на объекте.

Для повышения помехоустойчивости при формировании сигнала на запуск системы пожаротушения целесообразно применение следующих режимов работы ПИ:

- аналоговый режим, обеспечивающий возможность устанавливать необходимые пороги срабатывания и алгоритмы обработки входного сигнала;
- режим с фиксацией сработавшего состояния. Данный режим целесообразно применять для регистрации быстродействующих процессов, так как приемно-контрольная аппаратура может не зарегистрировать входные сигналы малой длительности.
- режим перезапроса, обеспечивающий отключение ПИ с последующим включением для исключения кратковременных помех.

Повышения помехоустойчивости можно добиться следующими способами:

- организацией логических схем совпадения пар извещателей, исключив несовместные пары, например, ориентированные на разные зоны (при использовании извещателей совместно с адресными системами выполнение требований упрощается);
- исключением бликующих поверхностей на оборудовании (путем закрашивания и т.п.);
- учетом при размещении извещателей хода прямых солнечных лучей, а также при отражении их от оборудования и пола для разных времен суток и времен года.

Извещатели размещают с учетом доступности для проведения ремонта и обслуживания при эксплуатации.

Извещатели размещают таким образом, чтобы размеры затененных конструкциями зон не превышали принятых при проектировании размеров максимально-допустимых очагов пожара (факела пламени).

При размещении извещателей принимается во внимание условия и характер горения материала (скорость выгорания). При равной площади поверхности разлива (горения) высота факела и, соответственно, площадь поверхности сечения светящегося пятна может быть различной в зависимости от материала, условий горения, времени от начала горения (заданного времени обнаружения).

При наличии в штатном режиме горячих поверхностей оборудования в зоне контроля

производится оценка уровня фонового излучения в спектральном диапазоне чувствительности их извещателей или применяются извещатели с узкой диаграммой направленности, исключающей попадание в зону обзора извещателя перегретых поверхностей.

При использовании извещателя в условиях воздействия помех, исходящих из зон, не относящихся к зонам контроля, на извещатель, как правило, устанавливается бленда, ограничивающая угол обзора извещателя в выбранных пределах, или линза, формирующая более узкий угол обзора.

Извещатели пламени могут обеспечивать высокую помехоустойчивость в случае правильной оценки уровня помех, и правильного выбора спектрального диапазона чувствительности.

2.3. Расчет максимально допустимого расстояния установки пожарных извещателей пламени до очага заданной тепловой мощности

Данная методика может быть применена, когда необходимо обнаружить очаг пожара заданной тепловой мощности при горении различных материалов. Выбор извещателя производится в следующем порядке:

1. Извещатели с инерционностью более установленного времени обнаружения исключаются.

2. Определяется максимально допустимое расстояние установки извещателя от предполагаемого очага:

- рассчитывается площадь (диаметр d_{\max}) очага пожара допустимой тепловой мощности;
- рассчитывается высота «огненного шара» h_{\max} по методике ГОСТ Р 12.3.047-98.
- рассчитывается площадь сечения «огненного шара» по формуле $S_{\max} = 0,7 (d_{\max} \times h_{\max})$.
- рассчитывается коэффициент масштабирования K_m (отношение площади сечения «огненного шара» очага S_{\max} к площади сечения тестового очага S_{test} по НПБ 72-98).
- рассчитывается максимальное расстояние, на котором извещатель будет регистрировать очаг конкретного горючего материала:

$$L_p = L \times K_m \times K_i \times \tau$$

где: L - расстояние, на котором извещатель регистрирует очаг тестового пожара, приведенное в технической документации на извещатель;

K_i - коэффициент использования фотопреобразователя конкретного извещателя к излучению пламени конкретного горючего материала по отношению к излучению пламени тестового очага (при его наличии в технической документации на извещатель);

τ - коэффициент пропускания излучения средой.

3. Производится размещение извещателей в соответствии с требованиями НПБ 88-2001*.

3. Особенности выбора и применения дымовых пожарных извещателей

При выборе дымовых оптических или ионизационных ПИ необходимо учитывать, что оптикоэлектронные и ионизационные (в т.ч. радиоизотопные) ПИ по разному реагируют на различные виды дымов горючих материалов.

В соответствии с ГОСТ Р 50898 может быть определена селективная чувствительность ПИ к дымам различных видов горючих материалов. Параметр «селективная чувствительность» измеряется временем срабатывания при воздействии различных дымов и характеризует не только чувствительность дымового ПИ, но и его инерционность, так как испытания проводятся не в «дымовом канале» с установленной скоростью обдува ПИ, а в испытательном помещении размерами 6 x 7 x 4 (м) в условиях, максимально приближенных к реальному пожару.

При данном испытании проверяются и конструктивные особенности ПИ, такие как возможность попадания дыма в измерительную камеру.

При определении этого параметра проектные организации и заказчик могли бы более объективно оценивать качественные характеристики дымовых ПИ.

В таблице 1 приведена сравнительная применимость различных типов ПИ в зависимости от вида горючих материалов и преобладающего фактора пожара.

В таблице 2 приведена характеристика некоторых видов тестовых очагов.

При применении линейных дымовых ПИ необходимо учитывать рекомендации разработчика, согласованные с ведущими организациями в области пожарной безопасности.

Таблица 1

Тип тестового очага по ГОСТ 50898		Тепловой ПИ	Дымовой оптико-электронный ПИ	Дымовой ионизационный ПИ	Комбинированные дымовой и оптико-электронный ПИ	Комбинированные дымовой, оптикоэлектронный, ионизационный, тепловой ПИ
ТП-1	Открытое горение древесины	+++	+	+++	++	+++
ТП-2	Тление древесины	-	+++	++	+++	+++
ТП-3	Тление хлопка	-	+++	++	+++	+++
ТП-4	Горение полиуретана (пластмасса)	+++	++	+++	++	+++
ТП-5	Горение жидкости с выделением дыма (н-гептан)	+++	++	+++	++	+++
ТП-6	Горение жидкости без выделения дыма (спирт)	+++	-	-	+++	+++

+++ наиболее пригоден

++ пригоден

+ частично пригоден

- непригоден

Таблица 2.

Обозначение ТП	Тип горения	Качественные характеристики ТП				Класс пожара по ГОСТ 27331
		Интенсивность тепловыделения	Восходящий поток	Дым	Дым видимой области	
ТП-1	Открытое горение древесины	Высокая	Сильный	Есть		A2
ТП-2	Пиролизное тление древесины	Очень незначительная	Слабый	Есть	Светлый	A1
ТП-3	Тление со свечением хлопка	Очень незначительная	Очень слабый	Есть	Светлый	A1
ТП-4	Горение полимерных материалов	Высокая	Сильный	Есть	Темный	A2
ТП-5	Горение легковоспламеняющейся жидкости с выделением	Высокая	Сильный	Есть	Темный	B1

	дыма					
ТП-6	Горение легковоспламеняющейся жидкости без выделения дыма	Высокая	Сильный	Нет	Нет	B2

При наличии в защищаемом помещении пыли или дымов необходимо проанализировать возможность ложного срабатывания дымового ПИ с заданными порогом срабатывания.

4. Особенности выбора и применения тепловых пожарных извещателей.

При выборе тепловых ПИ следует обращать внимание на параметры извещателей, которые характеризуются температурой срабатывания и временем срабатывания. Эти параметры должны устанавливаться в ТУ на ПИ. Дополнительно, в соответствии с ГОСТ 50898-96, может быть определена селективная чувствительность ПИ, которая может применяться для сравнительной оценки инерционности различных тепловых ПИ.

Если в ТУ или эксплуатационной документации указываются конкретные значения инерционности, то это позволяет более точно оценить качественную сторону пожарного извещателя.

Тепловые пожарные извещатели могут характеризоваться индексом инерционности RTI, применяемым для расчета допустимых расстояний между тепловыми пожарными извещателями в зависимости от предельно допустимой тепловой мощности очага пожара:

$$RTI = \tau U, \quad (10.1)$$

где: RTI - индекс инерционности теплового извещателя, $(\text{м} \cdot \text{с})^{0,5}$;

τ - постоянная времени теплового извещателя, (с);

U - скорость газового потока, м/с, составляет 0,8м/с.

Максимальные пожарные извещатели малозффективны для раннего обнаружения пожара и целей оповещения, если:

- возможно развитие пожара с малым выделением тепла;
- помещения неотопливаемые;
- защищаемые помещения большой высоты и площади;
- защищаются материальные ценности большой стоимости;
- большая скорость развития пожара может привести к недопустимым материальным потерям к моменту его обнаружения, например, при горении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- на поверхности чувствительных элементов извещателя может образовываться слой, ухудшающий параметры чувствительности извещателя;
- ПИ устанавливаются на путях эвакуации (коридорах, холлах, фойе, залах).

В помещениях, где возможна высокая скорость изменения температуры, не связанная с процессом горения, не рекомендуется устанавливать тепловые дифференциальные извещатели.

Применение многоточечных (суммирующих) дифференциальных извещателей, в ряде случаев, более эффективно по сравнению с точечными ПИ, так как они позволяют обнаружить очаг заданной тепловой мощности даже при больших высотах (более 9 м).

Применение дифференциальных многоточечных извещателей и линейных тепловых извещателей в виде термокабеля должно производиться в соответствии с рекомендациями разработчика, согласованными с ведущими организациями в области пожарной безопасности.