

**Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий**

**Санкт-Петербургский университет
Государственной Противопожарной службы**

**В.В. Кутузов, Д.Ю. Минкин, Ш.А. Османов,
С.Н. Терёхин, К.С. Талировский**

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

Монография



*Под общей редакцией
Владимира Сергеевича Артамонова
доктора военных наук, доктора технических наук, профессора,
Заслуженного работника высшей школы Российской Федерации,
лауреата премии Правительства Российской Федерации
в области науки и техники*

**Санкт-Петербург
2015**

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор М.А. Галишев
(Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России);

кандидат технических наук, доцент С.Н. Сальников
(ООО «Институт промышленной и пожарной безопасности»)

Кутузов В.В., Минкин Д.Ю., Терёхин С.Н., Османов Ш.А., Талировский К.С. Методы и технологии обнаружения пожара: Монография /Под общей редакцией В.С. Артамонова. – СПб.: Астерион, Санкт-Петербургский университет Государственной Противопожарной Службы МЧС России, 2015. – 220 с.

ISBN 978-5-906152-08-4

В монографии проанализированы методы и технологии обнаружения пожаров в зданиях и сооружениях; предложены типовые решения по интеграции систем противопожарной защиты в состав систем комплексной безопасности объектов, рассмотрены методы оценки эффективности применения автоматических установок и систем пожарной сигнализации на объектах.

В подготовке материалов принимали участие В.В. Кутузов (Глава 2 за исключением п.2.4, п.2.4.1-2.4.4 п.2.2.11, Глава 3), Д.Ю. Минкин (Глава 1) Ш.А. Османов, (п.2.4.1), С.Н. Терёхин (п.2.4. п.2.4.2-2.4.4) К.С. Талировский (Введение, п.2.2.11).

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2015

Оглавление

Введение.....	6
Глава 1. Пожар. Основные информационные характеристики пожара.....	7
1.1. Динамика развития пожара. Фазы пожара.....	9
1.2. Классификация пожаров.....	10
1.3. Основные информационные характеристики пожара.....	11
Глава 2. Методы и технологии обнаружения пожара на объектах.....	13
2.1 Методы сбора и обработки информации о пожаре. Системы пожарной сигнализации.....	15
2.1.1 Методы сбора и обработки информации о пожаре с применением неадресных систем пожарной сигнализации.....	21
2.1.2 Методы сбора и обработки информации о пожаре с применением адресных систем пожарной сигнализации.....	29
2.1.3 Методы сбора и обработки информации о пожаре с применением адресно - аналоговых систем пожарной сигнализации.....	35
2.2 Методы и технологии обнаружения пожара по тепловым информационным характеристикам.....	44
2.2.1 Технологии обнаружения изменений температуры среды вблизи очага горения.....	45
2.2.2 Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта плавления металлов при повышении температуры.....	49
2.2.3 Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта температурного расширения металла.....	50
2.2.4 Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта температурной памяти формы материала.....	51
2.2.5 Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта зависимости изменения магнитной индукции чувствительного элемента от температуры окружающей среды.....	53
2.2.6 Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта изменения электрического сопротивления терморезистора от изменения температуры.....	54
2.2.7 Извещатели пожарные тепловые работающие на принципе эффекта термоэлектродвижущей силы.....	59
2.2.8 Извещатели пожарные тепловые линейные работающие на принципе разрушения термочувствительного полимера (термочувствительный кабель).....	66
2.2.9 Извещатели пожарные тепловые линейные многоточечные - адресные.....	71
2.2.10 Извещатели пожарные тепловые линейные с применением комбинационного принципа измерения температуры вдоль оптического волокна.....	77
2.2.11. Методы и технологии обнаружения пожара с применением спринклерных установок пожаротушения.....	81
2.3 Методы и технологии обнаружения пожара, связанные с процессами дымообразования при горении веществ.....	84
2.3.1 Процессы дымообразования связанные с горением веществ. Методы и технологии обнаружения дыма в атмосфере.....	84
2.3.2 Извещатели пожарные дымовые ионизационные.....	93
2.3.3 Извещатели пожарные дымовые работающие на принципе регистрации эффекта диффузного рассеяния излучений инфракрасного, ультрафиолетового и видимого спектра при прохождении их через дым.....	95
2.3.4 Извещатели пожарные дымовые линейные работающие на принципе регистрации изменений оптических свойств среды.....	102
2.3.5 Методы и технологии обнаружения дыма на ранних стадиях горения. Извещатели пожарные дымовые аспирационные.....	104

2.4 Методы и технологии обнаружения пожара основанные на принципах регистрации электромагнитных излучений и низкочастотных пульсаций среды, генерируемых очагом горения	110
2.4.1 Спектры электромагнитных излучений пламени. Методы и технологии обнаружения спектров излучений пламени.	110
2.4.2 Извещатели пожарные пламени ультрафиолетового диапазона.	121
2.4.3 Извещатели пожарные пламени инфракрасного диапазона.	122
2.4.4 Извещатели пожарные пламени УФ/ИК – диапазона.	124
2.5 Методы и технологии обнаружения пожара, основанные на принципе регистрации газов, выделяющиеся при тлении и горении веществ.	126
2.5.1 Технологии обнаружения наличия опасных газов в атмосфере.	128
2.5.2 Пожарные извещатели газовые работающие на принципе регистрации изменения свойств полупроводников при наличии газов определённой концентрации.	129
2.5.3 Пожарные извещатели газовые работающие на электрохимическом принципе.	130
2.6 Ультразвуковые извещатели.	134
2.7 Методы и технологии обнаружения пожара, основанные на принципе регистрации одновременно нескольких информационных факторов пожара	135
2.8. Автономные пожарные извещатели.	139
2.9 Методы и технологии обнаружения пожара на основе анализа потокового видео.	141
Глава 3. Методы оценки эффективности и надёжности систем пожарной автоматики.	145
3.1 Оценка эффективности систем пожарной автоматики.	145
3.2 Оценка надёжности систем пожарной автоматики.	148
Приложение 1	167
Приложение 2	171
Приложение 3	172
Приложение 4	173
Приложение 5	179
Приложение 6	190
Приложение 7	195
Приложение 8	196
Приложение 9	198
Приложение 10	201
Приложение 11	204
Приложение 12	205
Приложение 13	206
Библиографический список	208

Принятые условные обозначения и сокращения

ААСПС – Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации
АСПС – Адресная система пожарной сигнализации
АУПС – Автоматические установки пожарной сигнализации
АУПТ – Автоматические установки пожаротушения
АРМ – Автоматизированное рабочее место оператора ЭВМ
АЦП – Аналого-цифровой преобразователь
ИП – Извещатель пожарный
ИПА – Извещатель пожарный автоматический
ИПГ – Извещатель пожарный газовый
ИПР – Извещатель пожарный ручной
ИПТ – Извещатель пожарный тепловой
ИПП – Извещатель пожарный пламени
ИПТЛ – Извещатель пожарный тепловой линейный
ИПД – Извещатель пожарный дымовой
ИПДА – Извещатель пожарный дымовой аспирационный
ИПДИ – Извещатель пожарный дымовой ионизационный
ИПДЛ – Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный линейный
КСБ – Комплексная система безопасности
ППКП – Прибор приемно-контрольный пожарный
ППУ – Прибор управления пожарный
ПЦН – Пульт централизованного наблюдения
СПС – Система пожарной сигнализации
СОиУЭ – система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре
СИБ – Система безопасности интегрированная
ШПС – Шлейф пожарной сигнализации

Введение

Технический прогресс в любой отрасли экономики тесно связан с проблемой обеспечения пожарной безопасности, так как он неизбежно влечет за собой увеличение степени риска возникновения пожара. Даже незначительные по размерам пожары наносят в настоящее время такой ущерб и приводят к таким последствиям, какое ранее имели место только в результате крупных пожаров.

По статистическим данным ФГУ ВНИИПО МЧС России в 2011 году из 96 автоматических установок пожаротушения задачу выполнили только 35, не выполнили 23, не сработали 12, были выключены 19, получается, что вероятность эффективной работы установки равна $P = 35 : 96 = 0,365$. За 2014 год в Российской Федерации произошло 152.638 пожаров, прямой материальный ущерб от которых составил 16.498.427 тысяч рублей. При пожарах погибло 10.183, а травмировано 11.043 человека. Уничтожено 41.434 и повреждено 91.865 строение.

Эти данные показывают на низкую эффективность применяемых автоматических систем пожаротушения и систем пожарной сигнализации.

В соответствии с требованиями существующих нормативных документов [24, 25] системы обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей в условиях конкретного объекта.

Одним из основных путей повышения эффективности современных систем противопожарной защиты является широкое применение в них автоматических систем пожарной сигнализации, действующих в едином комплексе с установками автоматического пожаротушения, дымоудаления, системами оповещения и эвакуацией людей при пожаре.

Накопленный отечественный и зарубежный опыт эксплуатации установок и систем обнаружения пожара свидетельствует о том, что проблема пожарной безопасности в настоящее время не может быть успешно решена с помощью только одного метода обнаружения пожара, типа пожарных извещателей, системы пожарной сигнализации, как бы они ни были свершены в техническом отношении.

Важным направлением в работе по повышению эффективности установок и систем пожарной сигнализации являясь введение изменений в нормативных документах, ужесточающих требования к техническим характеристикам систем пожарной сигнализации, сертификационным испытаниям, монтажным и пусконаладочным работам. Другим направлением максимального использования возможностей систем пожарной сигнализации является совершенствование методов обнаружения пожара с применением новых технологий.

Глава 1

Пожар. Основные информационные характеристики пожара

Пожар – это горение, способное самостоятельно распространяться вне специально предназначенного для этого места, приводящее к травмам или гибели людей, уничтожению или повреждению имущества, ухудшению экологической обстановки [1].

К основным опасным факторам пожара для людей и объектов относятся:

- пламя и искры;
- тепловой поток;
- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения;
- пониженная концентрация кислорода;
- снижение видимости в дыму.

Пространство, в котором развивается пожар, условно подразделяются на зоны: горения;

теплового воздействия;

задымления;

загазованности токсичными газами.

Горение основной процесс на пожаре.

Горение – это совокупность, как правило, самоподдерживающихся сложных физико-химических процессов, основой которых являются быстропотекающие реакции окисления, сопровождающиеся выделением большого количества тепла и света.

Зона горения – часть пространства, в котором протекают процессы термического разложения или испарения горючих веществ и материалов (твердых, жидких, газов, паров) в объёме диффузионного факела пламени.

Горение может быть пламенным (гомогенным) и беспламенным (гетерогенным). При пламенном горении границами зоны горения являются поверхность горящего материала и тонкий светящийся слой пламени (зона реакции окисления), при беспламенном – раскаленная поверхность горящего вещества. Примером беспламенного горения может служить горение кокса, древесного угля или тление, например, войлока, торфа, хлопка и т. д.

Дозвуковое горение (дефлаграция) – в отличие от взрыва и детонации протекает с низкими скоростями и не связано с образованием ударной волны. К дозвучковому горению относят нормальное ламинарное и турбулентное распространения пламени, к сверхзвучковому – детонацию.

Детонация отличается от горения тем, что химические реакции и процесс выделения энергии идут с образованием ударной волны в реагирующем веществе, и вовлечение новых порций взрывчатого вещества в химическую реакцию происходит на фронте ударной волны, а не путём теплопроводности и диффузии, как при горении. Как правило, скорость детонации выше скорости горения, однако это не является абсолютным правилом. Различия механизмов передачи энергии и вещества влияют на скорость протекания процессов

и на результаты их действия на окружающую среду, однако на практике наблюдаются самые различные сочетания этих процессов и переходы детонации в горение и обратно. В связи с этим обычно к химическим взрывам относят различные быстропотекающие процессы без уточнения их характера.

Горение подразделяется на тепловое и цепное.

В основе теплового горения лежит химическая реакция, способная протекать с прогрессирующим самоускорением вследствие накопления выделяющегося тепла.

Цепное горение встречается в случаях некоторых газофазных реакций при низких давлениях. Условия термического самоускорения могут быть обеспечены для всех реакций с достаточно большими тепловыми эффектами и энергиями активации.

Горение может начаться самопроизвольно в результате самовоспламенения либо быть инициированным зажиганием. При фиксированных внешних условиях непрерывное горение может протекать в стационарном режиме, когда основные характеристики процесса – скорость реакции, мощность тепловыделения, температура и состав продуктов не изменяются во времени, либо в периодическом режиме, когда эти характеристики колеблются около своих средних значений. Вследствии сильной нелинейной зависимости скорости реакции от температуры, горение отличается высокой чувствительностью к внешним условиям. Это же свойство горения обуславливает существование нескольких стационарных режимов при одних и тех же условиях см. Положения 1 и 2.

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов: вспышка, загорание, воспламенение, самовозгорание, самовоспламенение, взрыв и детонация.

Кроме того, существуют и особые виды горения: тление и холоднопламенное горение.

Вспышка – процесс мгновенного сгорания паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, вызванный непосредственным воздействием источника воспламенения.

Загорание – явление возникновения горения под действием источника зажигания.

Воспламенение – загорание, сопровождающееся появлением пламени. При этом вся остальная масса горючего вещества остается относительно холодной.

Самозагорание – явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций в веществе, приводящее к возникновению горения при отсутствии источника зажигания.

Самовоспламенение – это самозагорание, сопровождающееся появлением пламени.

В производственных условиях могут самозагораться древесные опилки, промасленная ветошь. Самовоспламеняться может бензин, керосин.

Взрыв – быстрое химическое превращение вещества (взрывное горение), сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Для возникновения пожара необходима горючая среда, а также определенные внешние условия, способствующие появлению и развитию горения.

Для того чтобы произошло загорание, необходимо наличие трёх условий: горючие вещества и материалы;

источник зажигания – открытый огонь, химическая реакция, электрический ток;

наличие окислителя (например, кислорода воздуха).

Для того чтобы произошёл пожар, необходимо выполнение ещё одного условия – наличия путей распространения пожара (горючих веществ, которые способствуют распространению огня).

Время от начала зажигания горючего материала до его воспламенения – называется временем воспламенения.

Максимальное время воспламенения – может составлять несколько месяцев.

С момента воспламенения начинается пожар.

В зависимости от величины пожарной нагрузки, её размещения по площади и параметров помещения определяется вид пожара:

локальный;

объемный, регулируемый пожарной нагрузкой;

объемный, регулируемый вентиляцией.

Основными опасными факторами пожара являются: тепловое излучение, высокая температура, отравляющее действие дыма (продуктов сгорания: окиси углерода и др.) и снижение видимости при задымлении.

Критическими значениями опасных факторов пожара для человека, при длительном воздействии являются:

температура – 70°C;

плотность теплового излучения – 1,26 кВт/м²;

концентрация окиси углерода – 0,1% объема;

уменьшение видимости в зоне задымления – 6–12 м.

1.1. Динамика развития пожара. Фазы пожара

Любой пожар в помещении (здании) при свободном горении может быть разделен на четыре фазы: I – начальную, II – развивающегося пожара, III – развитого пожара и IV – затухающего пожара [1, 30].

Фазы развития пожара показаны на рис. 1.

Каждая из названных фаз пожара характеризуется определенной продолжительностью и температурными показателями (см. Приложение 1).

Начальная фаза развития пожара характерна нарастанием площади горения, постепенным увеличением температуры, выделением продуктов разложения и дымообразованием.

Ориентировочная продолжительность начальной фазы пожара 10–20 минут. В этой фазе пожар распространяется линейно вдоль горючего материала. В большинстве случаев, в это время помещение заполняется дымом. Температура воздуха в помещении постепенно поднимается до 250–300 градусов. Это температура воспламенения всех горючих материалов.

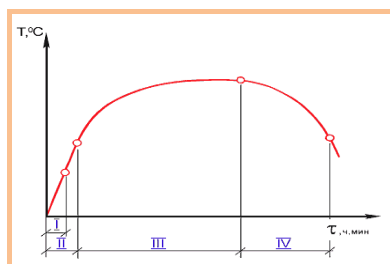


Рис. 1. Фазы развития пожара

Вторая фаза развития пожара наступает примерно через 20 минут, характеризуется дальнейшим увеличением площади горения, нарастанием температуры до величин равных температуре воспламенения горючих веществ, находящихся в здании. При достижении этой температуры все горючие вещества, находящиеся в здании или помещении воспламеняются, площадь поверхности горения и температура среды достигают максимальных значений, вторая фаза развивающегося пожара переходит в третью фазу развитого пожара.

Третья фаза характеризуется относительной стабилизацией газообмена, скорости выгорания веществ и температур среды. Продолжительность третьей стадии пожара зависит от удельной загрузки помещений горючими веществами. Чем больше удельная загрузка горючими веществами, тем больше продолжительность свободного горения на пожаре, тем опаснее воздействие пожарной нагрузки на строительные конструкции, технологическое и инженерное оборудование зданий. В этой фазе происходит разрушение остекления — увеличивается приток свежего воздуха, резко увеличивается развитие пожара. Температура достигает 900 градусов.

Четвёртая фаза — фаза выгорания. По мере выгорания горючих веществ площадь поверхности горения уменьшается, уменьшается и количество теплоты, выделяющейся на пожаре, наступает последняя — четвёртая фаза затухающего пожара, характерна снижением температуры среды и поверхности конструкции. В этот период сохраняется опасность обрушения отдельных конструкций.

После того как выгорают основные вещества, происходит фаза стабилизации пожара (от 20 минут до 5 часов). Если огонь не может перекинуться на другие помещения, пожар идёт на улицу. В это время происходит обрушение выгоревших конструкций.

1.2. Классификация пожаров

В соответствии действующей нормативной базой [25, 30]. Пожары подразделяются на классы:

класс А — пожары твердых горючих веществ и материалов;

класс В – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов;

класс С – пожары газов;

класс D – пожары металлов;

класс Е – пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением;

класс F – пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ.

Существует классификация пожаров и в соответствии с ГОСТ 27331-87 «Пожарная техника. Классификация пожаров», в которой определяются подклассы пожаров:

класс А – горение твёрдых веществ:

A1 – горение твёрдых веществ, сопровождаемое тлением (например, дерева, бумаги, соломы, угля, текстильных изделий);

A2 – горение твёрдых веществ, не сопровождаемое тлением (например, пластмассы);

класс В – горение жидких веществ:

B1 – горение жидких веществ, нерастворимых в воде (например, бензина, эфира, нефтяного топлива), а также сжижаемых твёрдых веществ (например, парафина);

B2 – Горение жидких веществ, растворимых в воде (например, спиртов, метанола, глицерина);

класс С – горение газообразных веществ (например, бытовой газ, водород, пропан);

класс D – горение металлов:

D1 – горение лёгких металлов, за исключением щелочных (например, алюминия, магния и их сплавов);

D2 – горение щелочных и других подобных металлов (например, натрия, калия);

D3 – горение металлосодержащих соединений (например, металлоорганических соединений, гидридов металлов);

класс F – пожары с вовлечением горючих материалов, таких как растительные и животные масла, и жиры в оборудовании для приготовления пищи.

1.3. Основные информационные характеристики пожара

Развитие пожара представляет собой физические (теплофизические, процессы газообмена) и химические процессы со сложным механизмом взаимодействия. Тепловая энергия, выделяемая при пожаре, не успевая рассеиваться в окружающей среде, вызывает поддержание на определенном уровне или дальнейшее усиление интенсивности процесса горения. Очаг пожара чаще всего возникает при появлении в пожароопасной среде иницирующего локального источника теплоты. К таким источникам можно отнести, например, перегрев работающих электроприборов, горящую зажигалку или аварийную ситуацию

на технологическом оборудовании приведшую к взрыву, и т.п. Развитию пожара способствует приток воздуха, обогащенного кислородом, а также определенное размещение горючего материала.

Динамика горения в значительной степени определяется процессом поступления воздуха из окружающей среды во внешний слой пламени (зону горения). Для развитого очага пожара характерны большие скорости тепловых потоков (несколько м/с и более), а также их значительная турбулентность, вызывающая появление вихревых потоков см. Приложение 1.

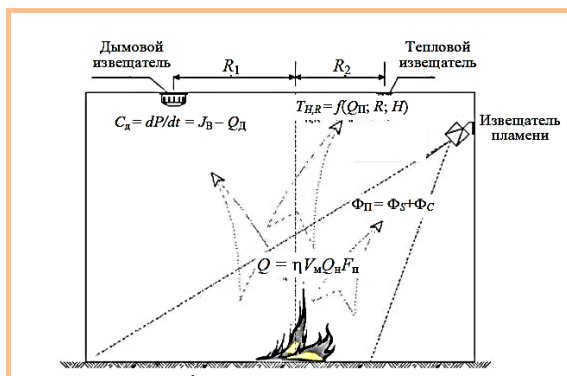


Рис. 2. Графическая модель развития и обнаружения пожара:

Где: C_d – концентрация дыма, $T_{H,R}$ – температура,

Φ_{Π} – поток электромагнитных излучений,

Q – теплопроизводительность очага пожара

Любой пожар сопровождается изменением характеристик окружающей среды обусловленных горением в различных стадиях веществ, материалов, ЛВЖ и др... Изменения характеристик окружающей среды связанных с пожаром называют информационными характеристиками пожара [30].

К таким изменениям можно отнести:

изменение температуры среды вблизи очага пожара;

дымообразование, связанное с пожаром;

появление в составе воздуха в результате пожара токсичных и горючих газов;

электромагнитные излучения пламени;

акустические колебания воздуха, вызванные процессами горения.

Перечисленные выше пункты и являются информационными характеристиками пожара.

Основные принципы обнаружения пожара (процесса горения) основаны на регистрации наличия или изменений информационных характеристик окружающей среды в зоне горения или рядом с ней рис. 2.

Глава 2

Методы и технологии обнаружения пожара на объектах

Известно, что на развитие пожара влияет множество факторов. От того как быстро будет обнаружен пожар зависит и время его ликвидации, и размер ущерба причинённого объекту вследствие пожара. Под термином объект мы будем понимать – здание, сооружение, цех, склад, производственная установка и др.

Пожар может быть обнаружен:

человеком (визуально, по запахам дыма и горючих газов, по акустическим характеристикам – шумы возникающие при горении, активному тепловыделению и др.);

человеком использующим технические средства наблюдения (бинокль, тепловизоры, телевизионные системы видеонаблюдения и др.);

с применением установок и систем пожарной автоматики (системы пожарной сигнализации, спринклерные установки пожаротушения, автономные пожарные извещатели и др.);

с использованием специальных систем мониторинга (малые летательные аппараты, авиация и космические навигационные системы).

Опыт показывает, что применение установок и систем пожарной сигнализации, и автоматических систем пожаротушения значительно улучшает показатели своевременного и достоверного обнаружения пожара.

В основе современных методов обнаружения пожара заложены следующие положения:

обнаружение пожара производится по одной или нескольким информационным характеристикам с применением средств обнаружения - автоматических пожарных извещателей (ИП), которые располагаются в местах вероятного возникновения пожара;

в зданиях, сооружениях, коммуникациях, промышленных установках формируются адресные зоны обнаружения пожара (в адресных зонах устанавливаются пожарные извещатели);

технически обеспечивается круглосуточный мониторинг состояния пожарных извещателей, шлейфов пожарной сигнализации, линий связи, систем электропитания операторами постов пожарной охраны (подключение АИП к ППКП или аппаратно-программным комплексам интегрированных систем безопасности).

Под технологиями обнаружения пожара на объектах понимается порядок обнаружения пожара, по его информационным характеристикам, состоящим из последовательных процедур:

преобразования информационных характеристик пожара в электрические сигналы «Пожар» и др.;

передачи электрических сигналов «Пожар» и др. по каналам связи к системам сбора обработки информации (ППКП), системам автоматического пожаротушения (АУПТ), системам СОУЭ;

преобразования сигналов о пожаре в системах сбора обработки информации в форму удобную для принятия решения человеком-оператором и формирования сообщения «Пожар» и др. для систем передачи извещений.

В спринклерных АУПТ при разрушении температурного чувствительного элемента включается пожаротушение, одновременно формируется и передаётся электрический сигнал о срабатывании установки (Пожар) на пост пожарной охраны.

Методы и технологии обнаружения пожара указанные выше реализуются с применением современных научных разработок в области анализа спектральных характеристик электромагнитных волн, анализа изменений характеристик полупроводников, металлов, оптоволоконного кабеля при нагревании, использования свойств дымов и аэрозолей поглощать, рассеивать или отражать излучение оптического сигнала и др. Для реализации этих методов также используются современные технологии изготовления компонентов электронных схем и инновационные технологии в области автоматики и вычислительной техники.

Перечисленные выше методы и технологии обнаружения пожара в нашей стране и за рубежом реализуются с применением специальных автоматических и автоматизированных технических систем, которые называются – системы пожарной сигнализации.

Система пожарной сигнализации (СПС) – совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном объекте и контролируемых с общего пожарного поста.

Для реализации технических возможностей по обнаружению пожара с применением систем пожарной сигнализации на объектах (зданиях, сооружениях и технологических установках) должны выполняться определённые условия и требования позволяющие эффективно применять СПС [37, 39, 43, 44] см. Приложение 2:

- на объекте определяются зоны пожарной опасности;
- формируются зоны обнаружения пожара (по группам помещений, этажам и др.);
- определяется преобладающая информационная характеристика пожара;
- создаются условия для фиксации одной или нескольких информационных характеристик пожара (определить зоны, создать условия для размещения в зонах средств обнаружения пожара);
- обеспечиваются условия для увеличения достоверности обнаружения пожара (по возможности исключить или ограничить циркуляцию воздушных конвекционных потоков воздуха) и др.

Методы и технологии обнаружения пожара на объектах должны обеспечить своевременное и достоверное обнаружение пожара с учётом воздействия помех и агрессивной внешней среды.

2.1 Методы сбора и обработки информации о пожаре. Системы пожарной сигнализации

Реализация большинства методов обнаружения пожара основана на применении установок и систем пожарной сигнализации и спринклерных систем водяного пожаротушения.

В настоящей работе проведён анализ методов и технологий обнаружения пожара на объектах с применением систем пожарной сигнализации и предложены направления работы по повышению эффективности их работы.

Одной из основных задач систем пожарной сигнализации является обнаружение пожара на ранней стадии и выдача сигналов (световых и звуковых) дежурному оператору пожарного поста. График временных показателей системы пожарной сигнализации представлен на рис. 3.

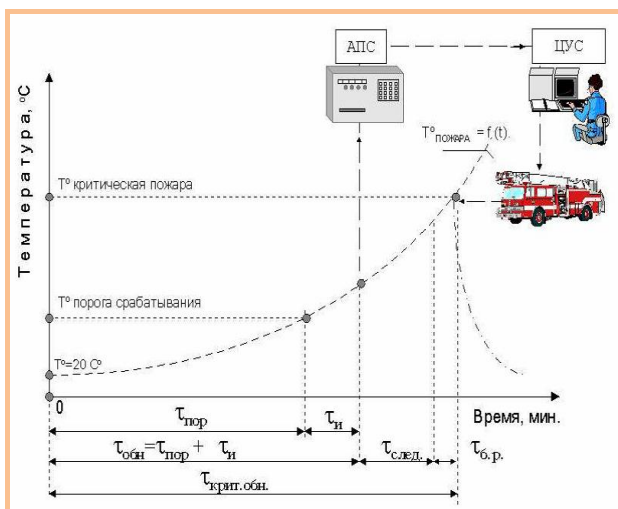


Рис.3. График временных показателей работы системы пожарной сигнализации по обнаружению пожара:

- $T_{кр}$, $T_{пор}$ – критическая и пороговая температура;
- $\tau_{пор}$ – время достижения порога срабатывания АПИ;
- $\tau_{обн}$ – время обнаружения пожара,
- $\tau_{крит}$ – время достижения критической температуры;
- $\tau_{и}$ – инерционность пожарного извещателя;
- $\tau_{б.р}$ – время боевого развертывания;
- $\tau_{след}$ – время следования на объект

В состав систем пожарной сигнализации входят следующие приборы устройства подсистемы и компоненты [39]:

извещатели пожарные (ИП)

приборы приемно-контрольные пожарные (ППКП);

шлейфы пожарной сигнализации;
линии и каналы связи;
комплексы аппаратно-программных средств;
автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов пожарных постов;
приборы и системы гарантированного электроснабжения;
другие приборы и оборудование для построения периферии и систем пожарной сигнализации.

Структурная схема системы пожарной сигнализации объекта представлена в Приложении 5.

Системы пожарной сигнализации классифицируются по следующим основным принципам:

- функциональному назначению;
- объёму информационной ёмкости – количеству контролируемых шлейфов сигнализации;
- информативности – количеству видов сообщений
- типу используемых каналов связи (физические линии, радиоканал);
- методам обработки и передачи информации;
- по виду электропитания и организации его резервирования;
- по устойчивости к действиям климатических факторов;
- по конструктивному исполнению и особенностям функционирования.

По функциональному назначению установки и системы пожарной сигнализации делят на: автономные системы пожарной сигнализации; объектовые системы пожарной сигнализации; системы пожарной сигнализации, работающие в составе систем комплексной безопасности объекта (интегрированные технические системы безопасности); системы централизованного наблюдения.

По типу используемых каналов связи системы пожарной сигнализации классифицируются на:

- специальные проводные линии связи с радиальной структурой;
- специальные проводные линии связи с кольцевой структурой;
- специальные проводные линии связи с древовидной структурой;
- с использованием коммутируемых линий городской телефонной сети;
- радиоканальные – передача данных по радиоканалу в выделенной полосе частот.

GSM-канал (общедоступная GSM-сеть с диапазонами частот: 900 МГц, 1800 МГц).

По методам сбора и обработки информации о пожаре системы пожарной сигнализации классифицируются на:

- неадресные системы пожарной сигнализации;
- адресные системы пожарной сигнализации;
- адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации.

Извещатели пожарные и шлейфы пожарной сигнализации являются периферийными компонентами систем пожарной сигнализации и размещаются в пожароопасных зонах.

Извещатель пожарный (ИП) – это устройство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и формирования сигнала о пожаре или о текущем значении его факторов.

Извещатели пожарные могут быть как ручные так и автоматические.

Извещатель пожарный ручной (ИПР): ИП, предназначенный для ручного формирования сигнала пожарной тревоги в шлейфе пожарной сигнализации.

Извещатель пожарный автоматический – ИП, реагирующий на один или несколько факторов пожара.

Шлейф пожарной сигнализации (ШПС) – линия связи в системе пожарной сигнализации между ППКП и ИП.

В неадресных системах пожарной сигнализации извещатели пожарные подключаются к прибору приемно-контрольному пожарному (ППКП) через шлейф пожарной сигнализации Рис 4.

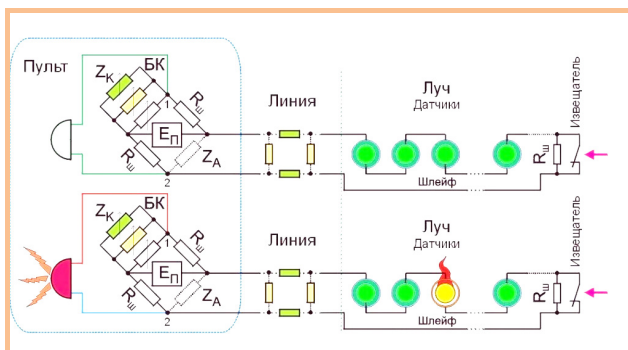


Рис. 4. Структура простейшей системы пожарной сигнализации с двумя шлейфами

Извещатель пожарный автономный – автоматический ИП, в корпусе которого конструктивно объединены автономный источник питания и все компоненты, необходимые для обнаружения пожара и непосредственного оповещения о нем.

В адресных и адресно-аналоговых системах пожарной сигнализации применяются специальные пожарные извещатели.

Извещатель пожарный адресный – ИП, имеющий индивидуальный присваиваемый адрес, идентифицируемый адресным приемно-контрольным прибором.

Извещатель пожарный аналоговый – автоматический ИП, обеспечивающий передачу на приемно-контрольный прибор информации о текущем значении контролируемого фактора пожара.

Большинство пожарных извещателей конструктивно состоят из следующих элементов - чувствительного элемента, блока обработки сигнала (контроллер, оперативная память), узла разделения связи и питания (рис. 5).



Рис. 5. Структурная схема извещателя пожарного автоматического

Чувствительный элемент пожарного извещателя представляет собой параметрический преобразователь, который в большинстве случаев преобразует контролируемый параметр (дым, температура и др.) в электрический сигнал удобный для дальнейшей обработки и передачи по каналу связи на прибор приёмно-контрольный пожарный.

Электрические характеристики ИП в дежурном и тревожном режимах, а также время восстановления дежурного режима после снятия напряжения питания, должны соответствовать электрическим характеристикам шлейфа пожарной сигнализации и ППКП.

Автоматические ИП в зависимости от контролируемого ими фактора пожара должны обеспечивать выполнение требований действующих норм по обнаружению тестовых очагов пожара [39].

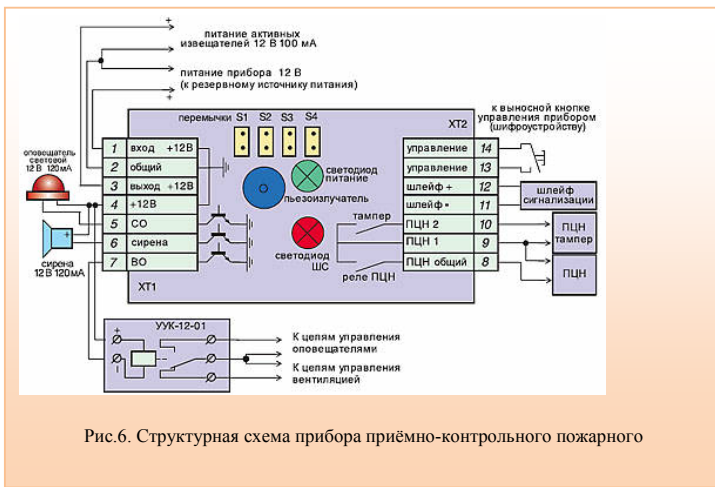
Автономный ИП при обнаружении пожара должен выдавать звуковой сигнал. Уровень звукового давления сигнала, измеренный на расстоянии 1 м от ИП, должен быть не менее 85 дБ не менее 4 мин. Максимальный уровень звукового давления, измеренный на расстоянии 1 м от ИП, должен быть не более 120 дБ.

Извещатель пожарный, взаимодействующие с ППКП по радиоканальной линии связи, должны обеспечивать обнаружение внутренних неисправностей за время не более 100 с и передачу данной информации на ППКП.

Возврат ИПА, взаимодействующего с ППКП, в дежурный режим после выдачи им тревожного извещения, должен осуществляться только после снятия питающего напряжения с ИП, либо по команде от ППКП. Отключение режима «Пожар» на блоках обработки ИПТЛ и ИПДА допускается осуществлять при помощи органов управления данных блоков.

Прибор приёмно-контрольный пожарный (ППКП) – устройство, предназначенное для приема сигналов от пожарных извещателей, обеспечения электропитанием активных (токопотребляющих) пожарных извещателей, выдачи информации на световые, звуковые оповещатели дежурного персонала и пульты централизованного наблюдения, а также формирования стартового импульса запуска прибора пожарного управления (ППУ).

Обобщённая структурная схема ППКП неадресной системы пожарной сигнализации приведена на рис.6.



ППКП могут быть построены на базе контроллеров промышленного назначения, в этом случае отображение информации может осуществляться на дисплеях компьютеров.

ППКП неадресных систем пожарной сигнализации должны обеспечивать выполнение следующих основных функций [39]:

а) прием сигналов от ручных, автоматических ИП и других технических средств, взаимодействующих с ППКП;

б) автоматический контроль исправности ШПС и других линий связи, в том числе линий связи между компонентами прибора (для проводных – на обрыв и короткое замыкание, для радиоканальных, опτικο-волоконных и цифровых линий – на пропадание связи);

в) регистрацию события и переход в соответствующий режим работы в зависимости от принимаемых сигналов и тактики работы ППКП за время не более:

10 с после формирования ИП или другим техническим средством тревожного сигнала;

100 с после формирования ИП или другим техническим средством сигнала о неисправности или возникновения неисправности линии связи (для радиоканальных линий – 300 с);

г) наличие как минимум одного обобщенного дискретного выхода «Пожар» и одного обобщенного дискретного выхода «Неисправность» для дальнейшей передачи данных информационных сигналов на пульт централизованного наблюдения или иным потребителям, вне зависимости от возможности трансляции прибором данных сигналов по интерфейсным линиям связи.

Время активации выходов «Пожар» и «Неисправность» после регистрации события не должно превышать 10 с.

Примечание: При полном отсутствии электропитания ППКП выход «Неисправность» должен быть активирован.

д) преимущественное отображение и передачу во внешние цепи извещения о пожаре по отношению к другим сигналам, формируемым ППКП;

е) возможность сброса сигнала «Пожар» от органов управления. При необходимости этот же орган управления может осуществлять процедуру сброса состояния «Неисправность». Возврат ППКП в исходный режим после сброса должен осуществляться за время не более 20 с.

В зависимости от алгоритма работы, ППКП может иметь несколько режимов отображения извещений о пожаре: «Внимание», «Пожар1» и «Пожар2». Рекомендуются следующий алгоритм отображения извещений о пожаре:

а) «Внимание» в случаях:

получение от одного аналогового ИП или одного ИП, имеющего несколько порогов срабатывания, извещения, идентифицируемого ППКП как сигнал предварительной пожарной тревоги;

получение ППКП, не обеспечивающим функцию перезапроса состояния ИП, сигнала «Пожар» от одного порогового ИП;

б) «Пожар1» в случаях:

получение от одного аналогового ИП или от одного ИП, имеющего несколько порогов срабатывания, извещения, идентифицируемого ППКП как «Пожар»;

получение ППКП, обеспечивающим функцию перезапроса состояния ИП, сигнала «Пожар» от одного порогового ИП в случае подтверждения срабатывания ИП после перезапроса;

получение ППКП, не обеспечивающим функцию перезапроса состояния ИП, сигнала «Пожар» от двух пороговых ИП (в том числе установленных в двухпороговом шлейфе), расположенных в одной зоне, за время не более 120 с.

в) «Пожар2» в случаях:

идентификации ППКП двух событий «Пожар1» от ИП, расположенных в одной зоне, за время не более 120 с;

получения сигнала от ручного ИП.

Примечание: Режим отображения извещения о пожаре при получении ППКП тревожного сигнала от ИП и других технических средств, взаимодействующих с ППКП (датчики давления спринклерной системы пожаротушения, электроконтактные манометры и т. д.), может выбираться на стадии проектирования.

Формирование стартового сигнала активации ППУ в режиме «Внимание» не допускается.

Максимальное активное сопротивление проводной линии связи (шлейфа сигнализации), при котором ППКП должен сохранять работоспособность (не менее 100 Ом для неадресных и не менее 50 Ом для адресных ППКП), указывается в ТД на ППКП. Минимальное сопротивление изоляции между проводами шлейфа, при котором ППКП должны сохранять работоспособность, должно быть указано в ТД и быть не более 50 кОм.

В случае применения не проводных линий связи, условия достоверного взаимодействия ППКП и внешних устройств должны быть указаны в ТД на ППКП конкретных типов.

2.1.1. Методы сбора и обработки информации о пожаре с применением неадресных систем пожарной сигнализации

Одним из методов сбора и обработки информации о пожаре является применение неадресных систем пожарной сигнализации см. Приложение 5.

Неадресные системы пожарной сигнализации представляют собой систему состоящую из ППКП и периферийных компонентов – ИП, шлейфов пожарной сигнализации, коммутационного оборудования, и др. с радиальной архитектурой, которые размещаются в зонах пожарной опасности. В шлейфы пожарной сигнализации включены ручные и автоматические извещатели пожарные (ИПА). ИПА размещаются на потолке и стенах помещения, таким образом, чтобы на всей контролируемой площади отсутствовали «мёртвые зоны». Состояние ИПА в шлейфах (напряжения и токи) контролируются ППКП. Пример размещения, шлейфов пожарной сигнализации ИПА и ППКП в здании показан на рис. 7.

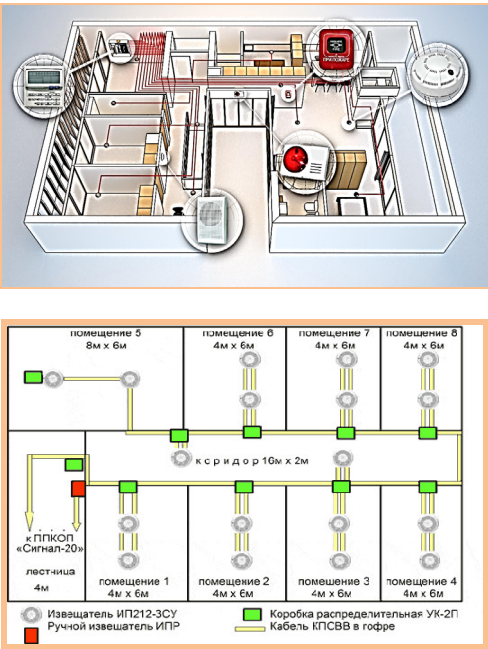


Рис.7. Размещение ППКП, ИП и др. устройств неадресных систем пожарной сигнализации в здании

Технология сбора, обработка и представления информации о пожаре в неадресных системах сигнализации производится по алгоритму изложенному ниже.

В таких системах приёмно-контрольные приборы определяют состояние шлейфа сигнализации, измеряя электрический ток в шлейфе сигнализации с подключёнными к нему извещателями, которые могут находиться лишь в двух статических состояниях: «норма» и «пожар». При фиксации фактора пожара извещатель формирует извещение «пожар», скачкообразно изменяя своё внутреннее сопротивление и, как следствие, изменяется ток в шлейфе сигнализации.

Важно отделить тревожные извещения от служебных, связанных с неисправностями в шлейфе сигнализации или ложными срабатываниями. Поэтому весь диапазон значений сопротивления шлейфа для приемно-контрольного прибора разделён на несколько областей, за каждой из которых закреплён один из режимов («Норма», «Внимание», «Пожар», «Неисправность»). Извещатели определённым образом подключаются к линии шлейфа сигнализации, с учетом их индивидуального внутреннего сопротивления в состоянии «норма» и «пожар».

В исходном состоянии ИПА подключены к ППКП через шлейфы пожарной сигнализации по параллельной или последовательной схеме. От ППКП в шлейфы пожарной сигнализации подаётся постоянное напряжение, что позволяет ППКП контролировать состояние шлейфов, при возникновении пожара ИПА определяет наличие информационной характеристики пожара, например дым, и формирует «сигнал» в виде изменения своего внутреннего сопротивления, что приводит к скачку напряжения в шлейфе.

Блок обработки сигналов ППКП определяет шлейф, где произошёл скачок напряжения, и формирует в простейшем случае звуковой и световой для оператора – загорается световой индикатор шлейфа где обнаружен пожар и звучит сирена.

Зона обнаружения пожара неадресными системами пожарной сигнализации пожара определяется в пределах луча – шлейфа пожарной сигнализации. т.е. сигнал «Пожар» на ППКП поступает в том случае, если в шлейфе пожарной сигнализации произошло «срабатывание» одного из пожарных извещателей.

Конкретное место возгорания может определить лишь дежурный персонал путем обследования всех помещений зоны. Т.е., скорость локализации и ликвидации пожара при использовании неадресных систем полностью зависит от человеческого фактора.

В шлейф сигнализации могут подключаться пороговые (неадресные) дымовые, тепловые, комбинированные и ручные пожарные извещатели. Важным отличительным признаком пороговых неадресных систем является то, что решение о пожаре принимает пожарный извещатель по установленному порогу срабатывания.

Существует два вида неадресных систем:

- системы с контролем состояния автоматических пожарных извещателей по знакопостоянному шлейфу;

- системы с контролем состояния автоматических пожарных извещателей по знакопеременному шлейфу.

Неадресные системы пожарной сигнализации с контролем состояния автоматических пожарных извещателей по знакопостоянному шлейфу.

Ранее отмечалось что алгоритм работы пороговых ППКП основан на контроле состояния шлейфов пожарной сигнализации, к которым подключено несколько пожарных извещателей (последовательно или параллельно).

Наибольшее распространение получил метод контроля шлейфов сигнализации, основанный на принципе контроля напряжения. Обобщенная схема включения в такой шлейф сигнализации нормально - разомкнутых дымовых и нормально-замкнутых тепловых извещателей приведена на рис.8. Такие шлейфы сигнализации называют знакопостоянными (униполярными).

Целостность знакопостоянного шлейфа контролируется, наличием оконечного элемента – $R_{ок}$, который устанавливается в конце каждого шлейфа.

$$R_{ок} = U_{шл} / (I_{норма} - \sum I_{изв}).$$

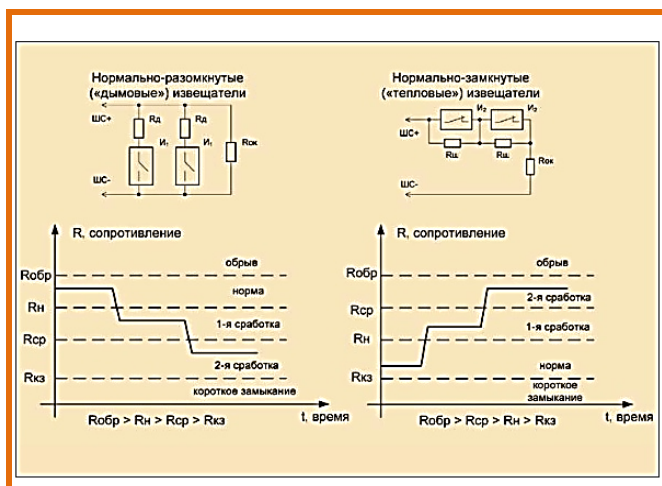


Рис. 8. Схема электрическая знакопостоянного шлейфа

Состояние шлейфа прибор приемно-контрольный контролирует путём постоянного измерения напряжения шлейфа с $R_{ок}$, через который протекает ток подаваемый с ППКП.

При таком варианте подключения пожарных извещателей к ППКП возможно формировать сигналы «Пожар1», «Пожар2», «Короткое замыкание», «Обрыв».

Алгоритм работы СПС с подключением ППКП к знакопостоянному шлейфу:

а) в дежурном режиме см. (рис.4, 6 и 8) напряжение на $R_{ок}$ постоянное и на ППКП индикаторы состояния шлейфов обесточены;

б) при срабатывании дымового пожарного извещателя *И1* (обнаружение дыма), электронная схема извещателя частично шунтирует *Rок*, что приводит к изменению напряжения на *Rок* (в шлейфе), блок обработки сигналов ППКП формирует сигнал «Пожар1»;

в) при срабатывании дымового пожарного извещателя *И2* процесс описанный выше повторяется на *Rок* изменяется напряжение что фиксируется ППКП с выдачей сигнала «Пожар2». Выделение сигналов «Короткое замыкание», «Обрыв» происходит аналогично (Рис.9).

Из приведённых примеров видно, что такие системы сигнализации достаточно просты в проектировании, монтаже и, как показал опыт, удобны в эксплуатации, однако у них есть серьёзные недостатки.

Одной из проблем неадресных систем с контролем состояния по знакопостоянному шлейфу сигнализации является низкое значение тока обрыва, по которому, так же, как и при коротком замыкании формируется извещение «Неисправность». Как правило, он составляет порядка 1 мА. В случае если суммарный потребляемый извещателями ток превышает ток обрыва, то изъятие одного или нескольких извещателей, точно так же, как и обрыв самого шлейфа не приведет к формированию извещения «Неисправность». Таким образом, если ток дежурного режима в ППКП равен 3 мА, а ток обрыва не более 1 мА, то через извещатели должен протекать ток не более 0,8 мА, а через оконечный резистор не менее 2,2 мА. В итоге в униполярный шлейф большинства приемно-контрольных приборов, как правило, не удастся включить более 5...6 дымовых извещателей с нормально разомкнутыми выходными цепями.

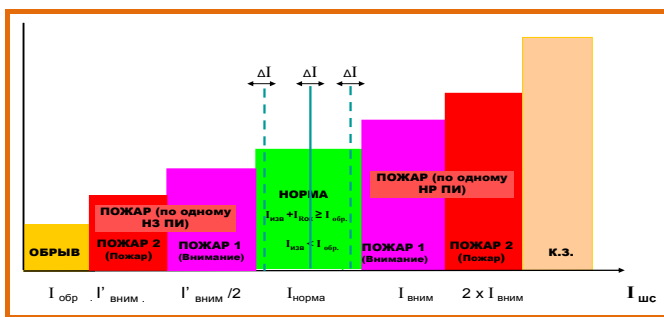


Рис. 9. Пороги срабатывания в знакопостоянном шлейфе сигнализации

Второй проблемой таких систем является необходимость точного подбора оконечного резистора, т.к. диапазон тока дежурного режима для униполярных шлейфов достаточно мал и велика вероятность при небольших отклонениях от номинального тока получить ложное извещение «Внимание» или «Пожар». Попытка увеличить диапазон тока дежурного режима приводит к значительным энергозатратам, что, в конце концов, сказывается на потребляемом прибором токе, и как следствие на емкости резервной батареи.

Проблема третья проблема заключается в слишком большом значении сопротивления оконечного резистора. С учетом этого, что для уверенного различения порогов срабатывания при разработке приемно-контрольных приборов приходится выбирать достаточно высокое значение внутреннего сопротивления, в итоге шлейф сигнализации представляет собой длинную линию с ненагруженными окончаниями. Мало того, что линия не согласована с нагрузкой по волновому сопротивлению, и она в данном случае выполняет роль антенны, чувствительной ко всем наведенным помехам – это еще один из источников ложных срабатываний.

Проблема четвертая – серьезным недостатком знакопостоянных шлейфов сигнализации является и то, что при последовательном включении ИП (нормально замкнутые контакты) отказ любого извещателя приводит к разрыву шлейфа и отключению всех последующих извещателей в шлейфе. Следовательно, если принять условно вероятность работоспособности первого извещателя равной 0,9 (90%), надежность работы второго извещателя также 0,9, но при условии нормальной работы первого, то есть $0,9 \times 0,9 = 0,81$ и т.д. Таким образом, надежность работы 10-го извещателя в шлейфе снизится до $0,9^{10} = 0,35$, т.е. до 35%! Вывод: недопустимо использование подобных схем подключения в системах пожарной автоматики, где требуется резервирование извещателей т.к. независимо от количества извещателей в шлейфе отказ первого из них приведет к полной потере работоспособности. А параллельное включение извещателей невозможно из-за отсутствия контроля шлейфа.

Для минимизации ложных срабатываний в униполярном шлейфе и увеличения количества включаемых в него пожарных извещателей может использоваться четырехпроводная схема, приведенная на рис.10.

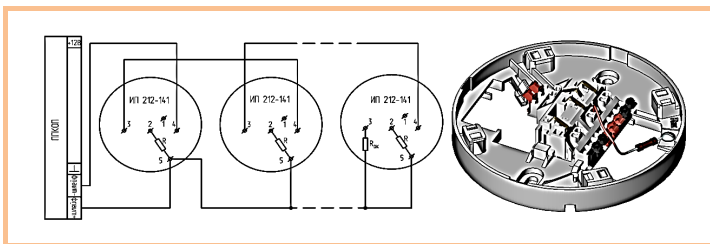


Рис.10. Четырехпроводная схема включения пожарных извещателей в шлейф СПС

В таких шлейфах разделены линии питания извещателей и линии для передачи сигналов «Пожар», «Пожар 1», «Пожар 2» и «Неисправность» параллельно каждому извещателю необходимо устанавливать шунтирующий резистор.

Иногда для различения извещений «Пожар 1» и «Пожар 2» применяют схему парных шлейфов сигнализации. В этом случае извещение «Пожар 1» формируется при срабатывании любого извещателя в одном из шлейфов, а из-

вещение «Пожар 2» формируется уже после срабатывания любого извещателя во втором шлейфе из этой пары.

Недостатком данной схемы является необходимость установки в каждое помещение при необходимости формирования команды управления на запуск автоматического пожаротушения, дымоудаления и оповещения 4 и 5 типа не трех, а четырех пожарных извещателей и протягивать в каждое помещение не один, а два шлейфа сигнализации.

Таким образом можно сделать вывод что возможности систем пожарной сигнализации на основе знакопостоянных (униполярных) шлейфов невелики и область их применения ограничена небольшими объектами где не требуется создавать системы автоматического пожаротушения и системы оповещения и эвакуации 4 и 5 типов.

Неадресные системы пожарной сигнализации с контролем состояния автоматических пожарных извещателей по знакопеременному шлейфу.

Большую эффективность в неадресных системах пожарной сигнализации можно обеспечить, используя знакопеременные шлейфы. Особенность работы таких систем заключается в том, что контроль состояния шлейфов пожарной сигнализации происходит в импульсном режиме. ППКП формирует импульсы обратной полярности отдельно в каждый шлейф.

В результате появляется возможность разделения во времени контроля состояния нормально разомкнутых токопотребляющих извещателей, и нормально замкнутых извещателей (целостности самого шлейфа). Для этого в каждом такте измерения полярность напряжения в шлейфе меняется на противоположную. Электрические процессы происходящие в шлейфах сигнализации видны из рисунков 11 и 12.

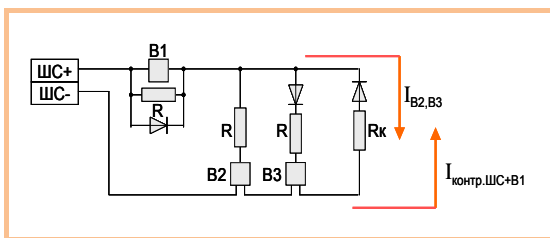


Рис.11. Электрическая схема знакопеременного шлейфа

В течение большого интервала времени (около 800 мс) производится контроль состояния токопотребляющих (B2 и B3) дымовых извещателей и в течение значительно меньшего интервала (порядка 50 мс) производится контроль током обратной полярности нормально замкнутых тепловых извещателей (B1) и оконечного элемента шлейфа (рис.12).

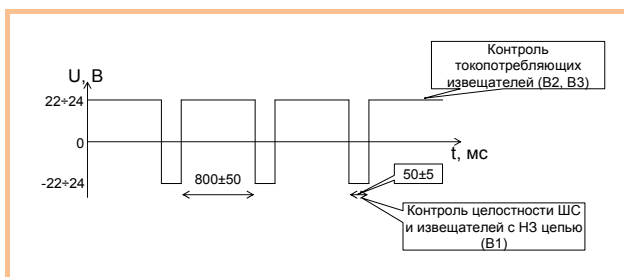


Рис. 12. График импульсного напряжения в знакопеременном шлейфе пожарной сигнализации

Оконечный элемент в знакопеременном шлейфе представляет собой полупроводниковый диод, включенный последовательно с резистором, ограничивающим ток в шлейфе. Таким образом, ток обрыва шлейфа получается никак не связанным с суммарным током потребления дымовыми извещателями, а номинал оконечного резистора не связан с количеством установленных в шлейфе дымовых извещателей. Следствием этого является возможность включения в знакопеременный шлейф сигнализации на порядок большего по сравнению с униполярным количеством дымовых пожарных извещателей с суммарным током потребления вплоть до 3...8 мА. Разнесенные в положительной и отрицательной плоскости пороги позволяют, не увеличивая энергетику, значительно расширить диапазон дежурного режима как для тепловых (нормально-замкнутых), так и для дымовых (нормально-разомкнутых) извещателей, как это показано на рис 11.

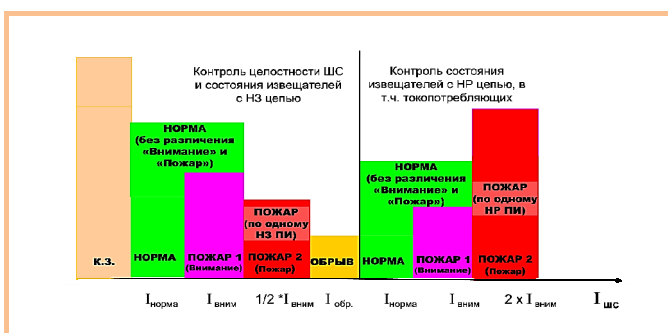


Рис.13. Пороги срабатывания в знакопеременном шлейфе

Работу шлейфа ПКП в режиме совпадения сигнала от двух извещателей можно проиллюстрировать на рис. 13. После первого срабатывания АПИ выдается сигнал «Внимание», после чего происходит проверка ППКП истинности сигнала о пожаре, а шлейф АПС обнуляется. Через короткий промежуток вре-

мени (около 2 с.) АПИ восстанавливается, после чего ППКП переходит в режим повторного запроса и ожидания второго срабатывания, а после его подтверждения в течение около 50 с. выдается сигнал «Пожар».

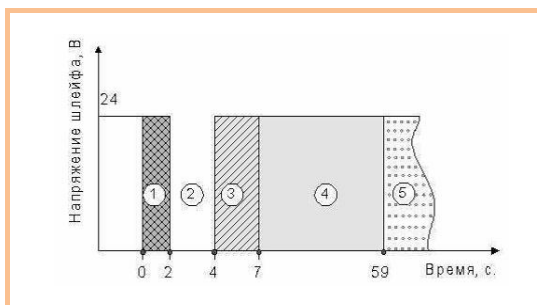


Рис.14. Работа шлейфа порогового ППКП при обнаружении пожара:
 1 – время после 1-го срабатывания АПИ, режим «Внимание»;
 2 – обнуление шлейфа; 3 – восстановление АПИ;
 4 – повторный запрос и ожидание второго срабатывания АПИ;
 5 – режим «Пожар»

Применение принципа контроля состояния автоматических пожарных извещателей по знакопеременному шлейфу, позволяет использовать самотестирующиеся извещатели в неадресных пороговых ППКП. При обнаружении неисправности такие извещатели производят автоматическое изъятие «самого себя» из шлейфа сигнализации.

Вместе с тем необходимо учитывать негативные влияния переходных процессов проходящих в шлейфах со знакопеременным напряжением.

Известно, что каждый раз при изменении полярности происходят циклы заряда/разряда внутренней емкости извещателя, и напряжение в шлейфе «выравнивается» не сразу. Поэтому в приемно-контрольных приборах перед тем, как начать измерять напряжение в шлейфе после изменения полярности реализуется задержка. Длительность такой задержки должна быть заведомо больше длительности переходного процесса и, как правило, составляет сотни миллисекунд (200–300 мс). Но этого времени может быть недостаточно, если в шлейф включено слишком много извещателей! В этом случае длительность переходного процесса больше паузы, отведенной на его завершение, и результаты измерения оказываются искаженными.

Этот эффект также присущ и шлейфам с постоянным напряжением: в случае сброса напряжения питания в шлейфе или при обрыве оконечного элемента нагруженного шлейфа. Искажение результатов измерения параметров шлейфа под влиянием переходного периода может явиться причиной формирования ложного сигнала о пожаре. Это необходимо учитывать при расчете количества извещателей, включаемых в один шлейф.

Анализ технических возможностей рассмотренных выше систем пожарной сигнализации по сбору и обработке информации позволяет сделать сле-

дующие выводы: в неадресных системах емкость системы рассчитана на несколько десятков шлейфов сигнализации, а ее увеличение осуществляется благодаря установке дополнительных приборов; связи между функционированием нескольких ППКП в системе минимальные. В этих системах каждый пожарный извещатель имеет «прошитый» еще на заводе-изготовителе порог срабатывания. Место возгорания можно установить только с точностью до шлейфа, так как подобные системы представляют собой радиальную топологию построения шлейфов сигнализации, когда от контрольной панели в разные стороны идут кабели пожарных шлейфов – лучи. В каждый такой луч обычно включают порядка 20 датчиков, и при срабатывании одного из них контрольная панель отображает только номер шлейфа (луча) в котором сработал пожарный извещатель. То есть в случае поступления тревожного сообщения необходимо осмотреть все помещения, через который тянется шлейф.

Преимущества неадресных СПС – невысокая цена оборудования.

К недостаткам неадресных СПС можно отнести:

- отсутствие возможности проверки достоверности сигнала «Пожар» без сброса питания со шлейфа сигнализации;

- отсутствие контроля работоспособности извещателей, система сообщает только о неисправности шлейфа;

- уствует ограничение на площадь и количество защищаемых помещений;

- шлейф СПС обязательно должны быть включены оконечные устройства;

- в каждом помещении должно быть установлено, как минимум, два извещателя пожарных;

- высокий уровень ложных тревог;

- большая зависимость от человеческого фактора (насколько оперативно будут проверены помещения, через которые проложен шлейф, сформировавший сигнал «Пожар») – позднее обнаружение пожара;

- дорогостоящий монтаж и техническое обслуживание, неэкономный расход монтажных материалов;

- при большом количестве шлейфов сигнализации на объекте невозможно контролировать систему сигнализации с одного прибора.

2.1.2. Методы сбора и обработки информации о пожаре с применением адресных систем пожарной сигнализации

Проведённые научные исследования и практика показали, что наиболее перспективным направлением развития систем пожарной сигнализации является создание адресных систем.

Адресные системы пожарной сигнализации позволяют определить точное место появления информационных факторов пожара (дым, температура, пламя, СО, и др.) – помещение, технологическое оборудование, кабельные коммуникации, и др.

Адресная система пожарной сигнализации (АСПС) – это совокупность технических средств пожарной сигнализации, предназначенных (в случае возникновения пожара) для автоматического или ручного включения сигнала

«Пожар» на адресном приемно-контрольном приборе посредством автоматических или ручных адресных пожарных извещателей защищаемых помещений.

Адресные системы и пожарной сигнализации являются многокомпонентными системами, построенными по блочно-модульному принципу.

В состав таких систем входят следующие основные компоненты:

адресный приёмно-контрольный прибор пожарный;

адресные ИП;

адресные модули;

адресные исполнительные модули

блок изоляции коротких замыканий;

адресные линии связи;

информационное табло;

АРМ оператора (ПЭВМ, монитор);

программное обеспечение;

источники бесперебойного электропитания и вспомогательное оборудование.

Вариант построения адресной системы пожарной сигнализации и пожаротушения представлен в Приложении 5.

Адресные системы пожарной сигнализации представляют собой систему линий связи с радиальной, кольцевой или комбинированной архитектурой в которую включены адресные пожарные извещатели и другие компоненты системы рис. 15 и 16.

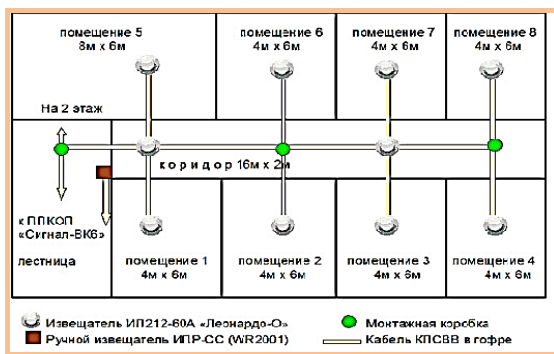


Рис.15. Размещение компонентов адресной системы пожарной сигнализации в здании

Адресная линия связи (АЛС) – это линия между адресным приемно-контрольным прибором, адресными пожарными извещателями и другими компонентами системы

Адресный пожарный извещатель (АПИ) – компонент адресной системы пожарной сигнализации, обеспечивающий адресную передачу информации по АЛС о пожарном состоянии объекта и о своей исправности/неисправности на адресный приемно-контрольный прибор (Рис.15).

Адресный приемно-контрольный прибор (АПКП) – компонент системы пожарной сигнализации, предназначенный для приема адресных извещений по адресным линиям связи о пожарном состоянии объекта и состоянии других компонентов СПС, выработки сигналов пожарной тревоги или неисправности системы.

Методы сбора и обработки информации адресных систем пожарной сигнализации основаны на адресации периферийных устройств – задание устройствам уникальных логических адресов для разделения информации путем кодирования при использовании общей линии – шины данных. В качестве адресуемых устройств могут быть как логические устройства (со встроенным микропроцессором) общего назначения – пульты управления, модули релейного расширения, радиоприемники, модули нового расширения так и датчики – пожарные извещатели со встроенным адресным микропроцессором. Отличаются эти устройства и соединением с контрольной панелью: первые присоединяются к разъемам так называемой пультовой линии, вторые – к разъемам адресной линии.

Состояние подключённых к адресным линиям связи адресных пожарных извещателей, адресных модулей, и адресных исполнительных устройств контролируется адресными ППКП по закрытым или открытым протоколам передачи цифровой информации, например RS-485 (см. Приложение 6)

Адресная зона – это зона, возникающая в результате адресного расширения зон контрольной панели. Такое расширение используется тогда, когда не хватает проводных аппаратных зон на плате контрольной панели и последняя допускает адресное расширение.

Адресный расширитель – микропроцессорный модуль со встроенным блоком микропереключателей для установки массива адресов. Присоединяется к адресной линии, а в качестве выходов имеет восемь или два разъема для подключения неадресных датчиков в шлейфы сигнализации. Каждый из выходных разъемов, а следовательно и шлейфов получает свой адрес и дальнейшее подключение к ним датчиков аналогично подключению к разъемам аппаратных зон. В процессе работы датчик выдает в адресную линию пакетное сообщение о своей работе, состоящее из его адреса и собственно сообщения (неисправность, тревога). Встроенный же в контрольную панель мультиплексор производит последовательный «опрос» адресуемых датчиков и адресных расширителей в порядке возрастания номера их зон.

Необходимо особо отметить, что в адресных системах пожарной сигнализации «решение» о формировании сигнала происходит в адресных пожарных извещателях. А в функции ППКП входит только опрос АИП и других адресных устройств по заданному алгоритму.

Для реализации методов адресного обнаружения пожара адресные ППКП, помимо выполнения функций рассмотренных ранее в неадресных системах, должны иметь дополнительные функции:

а) дополнительные функции средств вывода световой и текстовой информации (монитор, мнемосхема, табло) для визуального отображения номеров адресных устройств (ИП и других технических средств), от которых посту-

пили сигналы «Пожар» или «Неисправность», и информации о времени/очередности поступления сигналов;

Примечание: В случае применения адресных модулей ввода/вывода, на приборе должна отображаться информация об адресе модуля с указанием номеров независимых входов/выходов.

б) документирование и хранение в устройстве архивации данных поступающей информации, с указанием даты и времени ее поступления, и защиту данной информации от несанкционированного доступа.

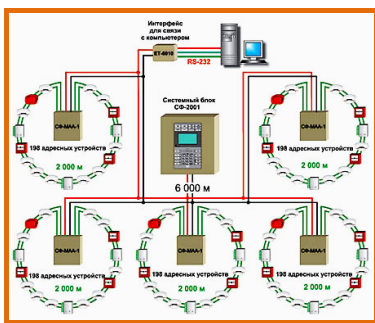
в) отображение приборами информации, в зависимости от типа индицируемого события, должно обеспечиваться посредством световой индикации и звуковой сигнализации.

г) в качестве элементов световой индикации могут использоваться единичные световые индикаторы и технические средства отображения текстовой и/или символьной информации (СОТИ).

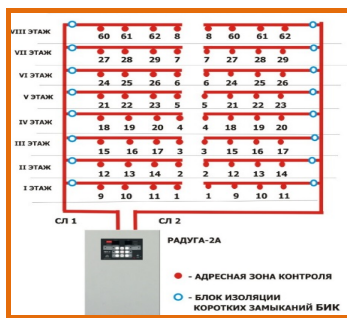
д) световая индикация о режимах работы прибора по направлениям может одновременно осуществляться единичными световыми индикаторами и СОТИ.

е) приборы должны обеспечивать звуковую сигнализацию режимов «Пожар» («Внимание», «Пожар1» и «Пожар2»), «Неисправность», «Пуск». Звуковая сигнализация должна обеспечиваться встроенным в прибор (компонент прибора) источником звука.

По максимальному количеству подключаемых автоматических пожарных извещателей (АПИ) адресные системы пожарной сигнализации подразделяются на три категории: до 128 АПИ; от 129 до 512 АПИ; свыше 512 АПИ.



а)



б)

Рис.16. Архитектура построения адресной системы пожарной сигнализации:
а) комбинированная архитектура, б) радиальная архитектура

Существует два типа адресных систем пожарной сигнализации – адресные неопросные системы и адресные опросные системы.

Адресные неопросные системы пожарной сигнализации

Этот метод сбора и обработки информации реализуется с применением технического решения приведенного ниже.

В системах этого типа применяются обычные пороговые извещатели пожарные с адресным модулем, который обеспечивает функцию передачи по шлейфу (адресной линии) код адреса ИП в режиме «Пожар», на адресное ППКП. После обработки сигнала от ИП, адресное ППКП обеспечивает представление информации оператору о точном месте нахождения ИП. Конструктивно адресный модуль может устанавливаться в базу (розетку ИП) или непосредственно в извещатель.

Преимуществами адресных неопросных СПС по сравнению с неадресными являются:

- возможность подключения большого количества шлейфов при централизованном контроле всех событий на одном системном пульте;

- экономия кабеля, так как нет необходимости прокладывать все шлейфы от диспетчерской до защищаемых помещений;

- невысокая цена оборудования.

Вместе с тем алгоритмы формирования тревожных сигналов в неадресных и адресной неопросной системах одинаковы. В адресных неопросных системах сохраняется основной недостаток, присущий всем пороговым системам: отсутствует контроль работоспособности пожарных извещателей. Это приводит к необходимости установки не менее двух извещателей в каждом помещении (при неисправности одного извещателя, второй извещатель выдаст сигнал «ПОЖАР»).

К недостаткам адресных неопросных СПС можно отнести:

- отсутствие возможности проверки правильности сигнала «Пожар» без сброса питания со шлейфа сигнализации;

- отсутствие контроля работоспособности извещателей, система сообщает только о неисправности шлейфа;

- существует ограничение на площадь и количество защищаемых помещений;

- в шлейф сигнализации обязательно должны быть включены оконечные устройства;

- в каждом помещении должно быть установлено, как минимум, два извещателя;

- высокий уровень ложных тревог;

- большая зависимость от человеческого фактора (насколько оперативно будут проверены помещения, через которые пролегает шлейф, пославший сигнал тревоги) – позднее обнаружение пожара;

- дорогостоящий монтаж и техническое обслуживание, неэкономный расход монтажных материалов;

- протокол RS-485 предусматривает только последовательное соединение блоков линий связи, не допускает их ответвлений от центральной магистрали более чем на 2 м, ограничивает их протяженность 1200 метрами;

линии связи должны быть тщательно настроены, а в качестве физической среды использовать витую пару.

Адресные опросные системы пожарной сигнализации

Адресные опросные системы пожарной сигнализации являются шагом в дальнейшем развитии систем пожарной сигнализации. Основное отличие их от адресных неопосных СПС состоит в изменении алгоритма опроса адресных устройств и топологии построения системы (кольцевая архитектура) рис.15, 20.

В адресных опросных системах пожарной сигнализации обеспечивается постоянный контроль работоспособности пожарных извещателей, а применение кольцевой топологии построения системы значительно повышает надёжность и живучесть системы.

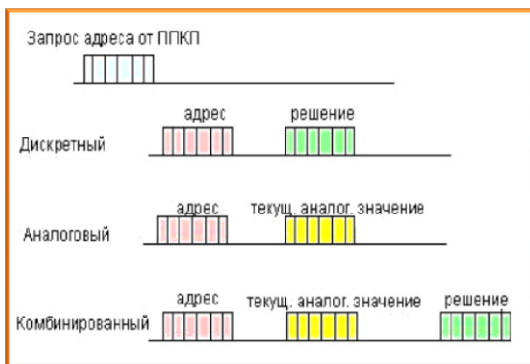


Рис.17. Способы передачи информации в адресных опросных и адресно-аналоговых системах пожарной сигнализации

Метод сбора и обработки информации в адресных опросных системах пожарной сигнализации можно описать следующим алгоритмом:

а) в дежурном состоянии ППКП производит постоянный опрос состояния адресных устройств путем передачи в линию связи электрических импульсов – индивидуальных кодов (адресов) в виде цифровой комбинации см. рис.17, в свою очередь адресные ИП формируют ответные цифровые комбинации (значения сопротивления, тока напряжения) соответствующие текущим значениям состояния среды (дым, пламя, и др.);

в) при регистрации адресными ИП информационных факторов пожара (дым, пламя, повышение температуры), извещатель формирует соответствующий цифровой сигнал, который ППКП при очередном опросе выделит и в свою очередь сформирует звуковой и /или световой сигнал о произошедшем событии для информирования дежурного оператора.

Адресные опросные системы, как правило, имеют на одном общем адресном шлейфе два независимых адресных пространства – одно для сигнальных

устройств, другое для исполнительных устройств. Именно эта особенность адресных систем позволяет устанавливать любую логику работы пожарной автоматики в зависимости от места возникновения пожара. Практически все адресные устройства питаются по тому же адресному шлейфу (сигнальной линии), по которому и передаются все данные в системе. В отдельных случаях для повышения энергетических возможностей системы применяют сигнальные или исполнительные устройства с внешним питанием.

Адресные опросные системы достаточно просто защищаются от обрыва адресного шлейфа и короткого замыкания. В опросных адресных системах пожарной сигнализации может использоваться произвольный вид шлейфа: кольцевой, разветвленный, звездой, любое их сочетание и не требуется никаких конечных элементов.

В сравнении с адресными неопросными системами в адресных опросных системах не требуется разрывать адресный шлейф при проверке состояния ИП, его состояние подтверждается ответами при запросе прибора приемно-контрольного не реже одного раза в 5–10 сек. Если прибор приемно-контрольный при очередном запросе не получает ответ от извещателя его адрес индицируется на дисплее с соответствующим сообщением.

Использование сложных алгоритмов обработки сигналов, автокомпенсация изменения чувствительности в процессе эксплуатации и формирование сигнала «Техническое обслуживание» при запылении дымовой камеры ИП обеспечивают в адресных опросных системах практически полное отсутствие ложных срабатываний. Число адресных извещателей, включаемых в один шлейф (сигнальную линию) ограничивается только техническими параметрами аппаратуры и на практике может достигать 60–100 шт.

В адресных опросных пороговых СПС устранены практически все основные недостатки, которые имелись в неопросных адресных системах. Так, появилась возможность контроля работоспособности пожарных извещателей; улучшилась информативность и достоверность полученных сообщений и др.

Недостатком адресных пороговых СПС является увеличение времени обнаружения пожара, т.к. для достоверного обнаружения пожара ППКП производит несколько контрольных опросов ИП.

В настоящее время использование современных адресных опросных СПС будет являться одним из оптимальных решений и с технической, и с экономической точки зрения.

2.1.3. Методы сбора и обработки информации о пожаре с применением адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации

Существуют промышленные объекты, на которых по разливным причинам в течение суток в связи с технологическими процессами изменяются температурные режимы в помещениях или происходят плановые выбросы дыма и пара. Пороговые системы пожарной сигнализации в этом случае будут непригодны т.к. будут формировать ложные срабатывания. Методы сбора и обработки информации о пожаре с применением современных адресно-аналоговых

систем пожарной сигнализации позволяют успешно решить проблему отмеченную выше.

Адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации, как и адресные, представляют собой систему линий связи с радиальной, кольцевой или комбинированной архитектурой в которую включены адресно-аналоговые пожарные извещатели и другие компоненты системы см. Приложение № 5.

Состав оборудования и топология построения адресно-аналоговых систем аналогичны адресным системам пожарной сигнализации.

Основное отличие адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации от адресных заключается в применении более совершенных методов сбора и обработки информации. В адресно-аналоговых СПС извещатели пожарные исполняют функции параметрического преобразователя рис.18,19, 20, а все процессы анализа и обработки информации перенесены в адресно-аналоговые ППКП – это техническое решение позволило перейти на новый этап развития систем, и значительно повысить эффективность СПС.

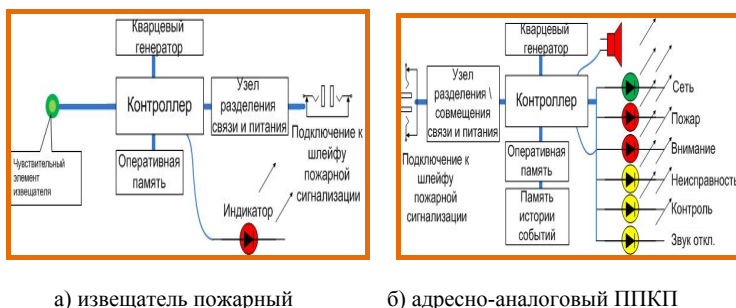


Рис. 18. Структурные схемы извещателя пожарного и ППКП адресно-аналогового

Алгоритм работы адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации

Измеряемая чувствительным элементом ИП величина (температура, дым, газ, электромагнитные излучения) в электрическом виде попадает в АЦП извещателя пожарного, в котором преобразуется в однобайтный вид, представляющий собой соответствующий уровень по шкале от 0 до 255 (рис. 18 а). Далее значение направляется в оперативную память ИП. Кварцевый генератор ИП служит для того, чтоб отрезки времени между замерами аналогового уровня соответствовали отрезкам времени запрограммированным в адресно-аналоговом ППКП. При этом синхронизация данного генератора с генератором в ППКП не требуется – все в пределах допусков (стандартная разница максимум 0,0000000024%). В контроллере ИП содержится микропрограмма, которая занимается передачей информации из оперативной памяти на ППКП по запросу. В памяти микроконтроллера прошивается адрес извещателя, по которому он опознается, а также данные о типе извещателя (дымовой, тепловой и т.п.). Тип извещателя нужен для случаев, когда ППКП автоматически самообучается, ад-

ресу извещатели и запоминая по какому адресу какой извещатель установлен. В качестве обязательной функции предусмотрено включение микроконтроллером встроенного устройства световой индикации по команде, полученной от ППКП. Предусмотрены также функции самодиагностики электронного узла. Дополнительно контроллер может передавать данные о текущем значении, передаваемым чувствительным элементом, версию микропрограммы и обладать другими функциями на усмотрение производителя.

Узел развязки питания и сигналов передачи информации просто разделяет указанное, т.к. по адресно-аналоговому шлейфу пожарной сигнализации подается питание модулированное сигналами передаваемой информации, а для питания электронного узла требуется постоянное напряжение без пульсаций.

Шлейф пожарной сигнализации (адресная линия связи), по которому ИП и адресно-аналоговый ППКП общаются, приходит в узел развязки питания и связи ППКП (рис.18 б).

Принятая из шлейфа цифровая информация поступает в контроллер ППКП. Получая информацию о значении измеряемого извещателем параметра, ППКП проводит несколько анализов в соответствии со сценарием микропрограммы. Как правило, это сравнение пороговых уровней, скорости изменения измеряемого параметра, построение в оперативной памяти графика изменения параметра за определенное время и сравнение этого графика с шаблонными. Для повышения достоверности ППКП следит за долговременными изменениями контролируемого параметра и запоминает средний уровень с целью компенсации ухода точки отсчета в результате естественного изменения условий среды.

Скажем, мы установили порог включения сигнала «ПОЖАР» при резком повышении температуры в комнате на 20 градусов. В программе ППКП заложено, что днем температура в комнате бывает 30 градусов, а ночью – 10. Следовательно сигнал «ПОЖАР» будет сформирован при условии повышения температуры днем до 50 градусов, а ночью – до 30. Обычный пороговый извещатель не может обеспечить такого, т.к. рассчитан на фиксированную температуру и не может обеспечить себе длительной статистики. Максимально-дифференциальный извещатель тоже может не обеспечить желаемой реакции, т.к. рассчитан только на одно соотношение нарастания температуры в отрезок времени. А ППКП, обладая статистикой может определить пожар с высокой достоверностью и скоростью большей, чем у пороговых извещателей.

В случае необходимости контроллер ППКП включает световую и звуковую индикацию, соответствующую полученным сигналам или обнаруженным пожарам.

Отражаемые события записываются в отдельную энергонезависимую память ППКП для дальнейшего анализа.

Как правило, адресно-аналоговые ППКП снабжаются встроенной клавиатурой и ЖК экраном для удобства пользователей.

Современные адресно-аналоговые системы опрашивают каждый шлейф в 200 адресов параллельно, с циклом опроса всего шлейфа примерно в 20 секунд. Опрос ведётся по порядку номеров.

С развитием современной электроники адресно-аналоговый извещатель может быть собран на одном специализированном микроконтроллере практически без дополнительных электронных компонентов. Кроме обязательных чувствительного элемента, светового индикатора и элементов защиты от высоких напряжений, в результате наводок на шлейф пожарной сигнализации.

В современных аналоговых извещателях все 256 значений относятся показаниям чувствительного элемента, а информация об обнаруженных неисправностях передается специальными кодами см. рис.17 и 19. Такая организация передачи информации позволяет использование современных чувствительных элементов с более широким диапазоном измерений и, как следствие, большую информативность извещателя и большую точность опознавания пожара.

Упрощенный пример протокола передачи данных между адресно-аналоговым ППКП и адресно-аналоговым пожарным извещателем:

Передача с ППКП: Синхроимпульс – 2 бита запроса – 1 байт адреса – синхроимпульс конца передачи;

Передача с извещателя: Синхроимпульс начала передачи – 2 бита подтверждения – 1 байт уровня замера – 2 бита состояния электронного узла – синхроимпульс конца передачи;

Передача с ППКП: Синхроимпульс начала передачи – 2 бита подтверждения получения информации – синхроимпульс конца передачи.

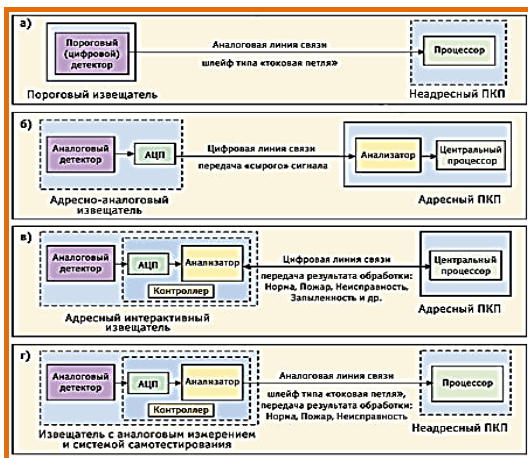


Рис. 19. Блок-схемы извещателей с различными (аналоговым и цифровым) способами измерения и передачи сигналов. АЦП – аналого-цифровой преобразователь

Вся операция занимает порядка одной десятой доли секунды при несущей частоте 200–400 Гц, чего более чем достаточно для последовательного опроса 200 адресных извещателей в течение 15–20 секунд. На практике протоколы связи конечно сложнее и количество данных больше, но в результате повышения тактовых частот, общая скорость обмена информацией также повышается в

достаточной мере. Потеря части информации определяется количеством полученных и отправленных между синхроимпульсами бит. Как правило, до передачи сигнала «неисправность» по потерянному адресному устройству, происходит два-пять запросов. Сигнал «неисправность» выдается только в случае последовательного повторения потери информации или по получении соответствующей информации о результатах самопроверки извещателя.

Некоторые современные производители предусматривают в своих адресно-аналоговых извещателях дополнительный сигнал, выдаваемый как «флаг» в результате резкого изменения измеряемого параметра. В этом случае ППКП немедленно обращается по адресу извещателя, сформировавшего данный сигнал, и осуществляет последовательную серию запросов. По результатам анализа ответов на запросы ППКП решает «ПОЖАР» это или нет. В случае опознавания пожара ППКП дает команду адресно-аналоговому ИП включить свой световой индикатор одновременно формируя световой и звуковой сигнал о пожаре на панель индикации. После чего ППКП продолжает опрос шлейфа с того адреса, на котором опрос был прерван. Ввиду использования современных протоколов связи и скоростных контроллеров определения пожара занимает несколько секунд.

В ППКП адресно-аналоговых СПС, как и в извещателях присутствуют функции автоматической компенсации температурных зависимостей характеристик важных элементов, различные фильтры и другие возможности для повышения надежности и достоверности. График работы системы автокомпенсации уровня запыленности дымовой камеры адресно-аналогового ИП приведён на рис. 20.

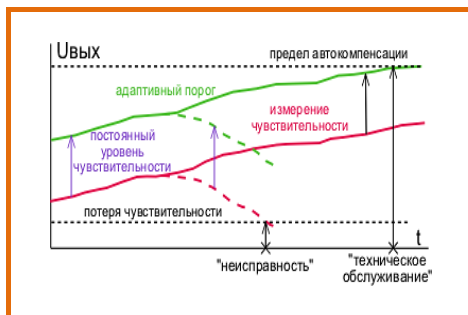


Рис. 20. График работы системы автокомпенсации уровня запыленности дымовой камеры ИП

Кольцевая архитектура линий связи адресных и адресно-аналоговых СПС, в которой шлейфы сигнализации выполняют роль шин данных, позволяет обеспечить двунаправленную передачу контролирующих и управляющих сигналов, для работы как отдельно взятого периферийного устройства (извещателя, модуля, оповещателя), так и системы в целом Рис. 21.

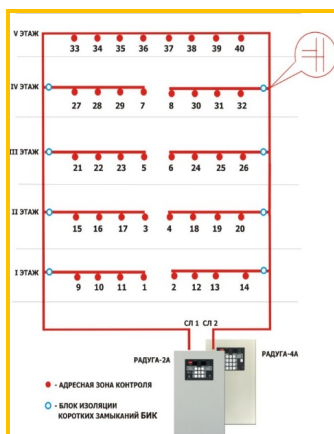


Рис. 21. Кольцевая архитектура адресной и адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации

При обрыве шлейфа ППКП фиксирует место обрыва шлейфа и формирует соответствующее сообщение. Но все компоненты шлейфа продолжают функционировать.

Адресно-аналоговые и адресные СПС позволяют обеспечить повышенную живучесть системы (способность выполнять свои функции в усеченном режиме) – обеспечивается включением в адресный шлейф устройств локализации неисправностей – изоляторов. При коротком замыкании шлейфа на участке между двумя соседними «локализаторами», система исключает из работы только этот участок. Вся остальная часть системы остается работоспособной. Чем больше устройств локализации (изоляторов) в шлейфе, тем он более надежен. Некоторые модели адресно-аналоговых извещателей, а также все модули контроля и управления оснащены встроенными изоляторами.

Возможность изменения чувствительности ПИ – одно из важнейших преимуществ ААСПС. Пороговые значения параметров и скорость их изменения могут быть изменены как в меньшую, так и в большую сторону, что позволяет управлять пожарной обстановкой на объекте в зависимости от особенностей контролируемых помещений, связанных с их функциональным назначением (повышенная температура, особо чистая комната, запыленное помещение, особенности вентиляции и т.д.).

Кроме того, существует возможность установки порогового значения, для каждого извещателя, не только для уровня «пожар», но и промежуточного порогового значения «предупреждение», что позволяет обнаруживать очаги возгорания на более ранних стадиях и ускорять процесс локализации и тушения. Например, при проектировании СПС, защищающей телекоммуникационный зал, можно установить в расположенных в нем ПИ, уровень сигнала предупреждения 26 °С, значительно повысив информативность и эффективность системы.

Таким образом можно сделать вывод, что по сравнению с адресными системами, адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации обладают следующими преимуществами:

нет необходимости покупать и ставить разные тепловые извещатели с фиксированными порогами температур, в том числе максимально-дифференциальные т.к. ППКП обладает программируемыми функциями какую температуру считать пороговой, по какому алгоритму осуществлять функцию дифференцирования и осуществлять ли её вообще;

нет необходимости в частой профилактической очистке извещателей – адресно-аналоговые пожарные извещатели сохраняют работоспособность в более тяжелых условиях, нежели обычные пороговые, пусть даже с компенсацией уровня запыления;

отсутствует необходимость покупать технически более сложные, но менее надёжные извещатели. Все «модные» функции выполняет один прибор – адресно-аналоговый ППКП;

скорость опознавания пожара в разы выше, чем у пороговых (в т.ч. адресных) извещателей в силу применения параллельно нескольких алгоритмов обработки сигналов и отсутствия перерывов в контроле среды. При этом достоверность опознавания пожара также выше в силу этих же причин;

скорость запуска автоматики выше в разы вследствие того, что микропрограмма контроллера ППКП многозадачна, формирование сигнала «ПОЖАР» и сигналов запуска автоматики происходит в одном контроллере. Сигналы запуска отправляются параллельно по нужным линиям связи;

нет необходимости покупать извещатели с компенсацией уровня запыления. Помимо того, что адресно-аналоговые извещатели не так к этому критичны в силу применения качественных чувствительных элементов с широким динамическим диапазоном измеряемых величин, данная функция выполняется программно в ППКП;

надёжность современной адресно-аналоговой системы в разы выше, чем у пороговых или адресно-пороговых в силу уменьшения количества электронных элементов и применения высоконадежных микроконтроллеров;

у адресно-аналоговых систем большая защищенность от паразитных влияний ввиду минимальной обработки аналоговых сигналов. Сигнал с чувствительного элемента извещателя сначала оцифровывается, а затем лишь обрабатывается, в отличие от пороговых извещателей, в которых, как правило, сигнал только усиливается до размаха, необходимого для срабатывания триггера;

проектирование, программирование и запуск таких систем чрезвычайно просты;

при гораздо меньшей номенклатуре извещателей адресно-аналоговые системы обладают большим количеством возможностей;

относительно высокая стоимость адресно-аналоговой системы при покупке быстро окупается при пуско-наладке и эксплуатации, и обусловлена применением высокоточных и высококачественных аналоговых и цифровых элементов; даже дымовые камеры адресно-аналоговых извещателей выполнены

гораздо более прецизионно, нежели у обычных пороговых, не требующих высокой линейности замера в широком диапазоне;

возможность объединения нескольких адресно-аналоговых ППКП в единую систему посредством концентратора, что особенно актуально при оснащении и эксплуатации крупных объектов.

К недостаткам адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации можно отнести:

необходимость использовать для монтажа адресно-аналогового шлейфа сигнализации только «витую пару» (так как протокол обмена информацией устанавливает жесткие требования к физической среде, в которой распространяются сигналы);

максимальная протяженность кабеля не должна превышать 2000 м – извещатель не может быть удален от ПКП на расстояние, превышающее 1/2 длины кольцевого шлейфа;

высокую стоимость оборудования.

Принимая во внимание все преимущества и недостатки адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации, можно с уверенностью отметить, что ААСПС является не только самым современным, но и единственно верным решением качественного и раннего обнаружения возгорания.

Комбинированные системы сбора и обработки информации с модульной структурой

Приемно-контрольное оборудование в комбинированных системах сбора и обработки информации с модульной структурой – это набор модулей, связанных линией связи, по которой информация обо всех событиях в системе поступает на системный блок. Системный блок в свою очередь выполняет функцию обработки всех поступающих сообщений и управления всеми исполнительными устройствами см. Приложение № 7.

Но в отличие от пороговых систем, в состав приемно-контрольного прибора (ПКП) входят как модули для подключения однопороговых и двухпороговых шлейфов, так и адресно-аналоговые модули с кольцевыми шлейфами. Возможно подключение более 1000 устройств, как неадресных пороговых шлейфов, так и адресно-аналоговых извещателей. Увеличение емкости системы осуществляется путем объединения приборов в сеть, где они начинают функционировать как единое целое под управлением сетевого контроллера. В этом случае к сети может быть подключено более 30 000 устройств.

Линии связи используют как протокол RS-485, так и другие протоколы, обладающие рядом преимуществ. В частности, специализированный протокол позволяет использовать не только шинную организацию линии, но и допускает произвольную структуру соединения модулей: «кольцо», «шина», «звезда» или «дерево». Никаких ограничений на количество и длину ответвлений в линии связи не существует. На практике протяженность линии связи может достигать

18 000 м. Высокая помехозащищенность позволяет использовать в качестве физической среды для двухпроводной линии связи не только витую пару, но и кабельную систему на основе кабеля – ТППЭП.

Как правило, в состав приемно-контрольного оборудования комбинированных систем, помимо блоков для систем пожарной сигнализации, входят расширители для систем охранной сигнализации, контроллеры доступа, разнообразные интерфейсные модули. Благодаря большому разнообразию блоков можно создавать современные интегрированные системы безопасности для крупных объектов и комплексов, состоящих из нескольких зданий.

Комбинированные системы пожарной сигнализации позволяют:

- использование одного и того же приемно-контрольного оборудования для построения пороговых, адресно-аналоговых или смешанных систем;

- возможность организации протяженных линий связи с произвольной структурой соединения блоков (где древовидная структура считается наиболее экономной, в связи с небольшой затратой провода);

- возможность использования для организации физической среды не только витой пары;

- адресно-аналоговый модуль с кольцевым шлейфом может быть удален от системного блока на расстояние, которое определяется протяженностью линии связи (в случае использования специализированного протокола это расстояние может достигать 18 000 м);

- большое разнообразие устройств индикации: пульта управления, способные в удобном виде выводить подробную информацию о состоянии системы, индикаторные табло, интерфейсы для подключения компьютера и принтера;

- централизованный контроль всех событий на одном рабочем месте диспетчера;

- создание интегрированных систем безопасности на базе оборудования одной серии.

Практика показала, что использовать традиционные неадресные системы пожарной сигнализации целесообразно на малых и средних объектах, когда одним из главных критериев выбора является относительно низкая стоимость системы. А стоимость системы по большей части определяется стоимостью извещателя. На сегодняшний день обычные неадресные извещатели относительно дешевы. Несмотря на то, что использование современных алгоритмов цифровой обработки сигналов в приемно-контрольных приборах позволяет существенно повысить надежность детектирования сигнала от извещателей, и как следствие – снизить вероятность ложных тревог, всё-таки нужно учесть, что зачастую такие извещатели не обеспечивают достаточного уровня надёжности. И – как следствие данного факта – необходимость установки в одном помещении как минимум двух или даже трёх извещателей. Традиционные системы не обеспечивают удобства и в монтаже – шлейфы в таких системах могут быть только радиальными. Соответственно, чем система больше – тем больше линий связи нужно смонтировать и тем больше извещателей установить.

Когда критерий достоверности обнаружения пожара выходят на первый план, можно уже говорить об установке адресно-пороговой или адресно-аналоговой системы на объекте.

На тех же самых малых и средних объектах целесообразно использовать адресно-пороговые системы, сочетающие преимущества адресно-аналоговых и традиционных систем. В данном случае мы уже можем устанавливать в помещении один извещатель (стоимость которого несколько ниже, чем стоимость адресно-аналогового извещателя), свободную топологию линии (шина или кольцо). Однако стоит учесть, что для таких систем нет возможности использовать изоляторы короткого замыкания в шлейфе, а также определять точное место обрыва кольцевого шлейфа. Обслуживание таких систем проводится так же в плано-предупредительном порядке.

Адресно-аналоговые системы лишены таких недостатков. Преимущества монтажа таких систем очевидны – свободная топология плюс возможности использования изоляторов короткого замыкания и определения места обрыва линии, возможность задания аналоговых значений для тревожных сообщений «Внимание», «Пожар» (причём для дня и ночи эти значения могут быть разными), а также для значения «Запылённости». При использовании адресно-аналоговой системы экономия на обслуживании очевидна – контроль работоспособности пожарных извещателей в режиме реального времени позволяет заранее выделить извещатели, перспективные для обслуживания и составить план для выезда специалистов обслуживающей организации на объект. В программном обеспечении микроконтроллеров адресно-аналоговых извещателей внедрены алгоритмы, исключающие ложные срабатывания при различных воздействиях окружающей среды.

2.2. Методы и технологии обнаружения пожара по тепловым информационным характеристикам

Внешними признаками зоны активного горения является наличие пламени, а также тлеющих или раскалённых материалов. Основной характеристикой разрушительного действия пожара является температура, развивающаяся при горении. Для жилых домов и общественных зданий температуры внутри помещения достигают 800–900 °С.

Как правило, наиболее высокие температуры возникают при наружных пожарах и в среднем составляют для горючих газов 1200–1350 °С, для жидкостей 1100–1300 °С, для твёрдых веществ 1000–1250 °С. При горении термита, электрона, магния максимальная температура достигает 2000–3000 °С.

Графики изменения среднеобъёмной температуры при пожаре в зависимости от пожарной нагрузки представлены на рис.22. Пространство вокруг зоны горения, в котором температура в результате теплообмена достигает значений, вызывающих разрушающее воздействие на окружающие предметы и опасных для человека, называют зоной теплового воздействия. Принято считать, что в зону теплового воздействия, окружающую зону горения, вхо-

дит территория, на которой температура смеси воздуха и газообразных продуктов сгорания не меньше 60–80 °С.

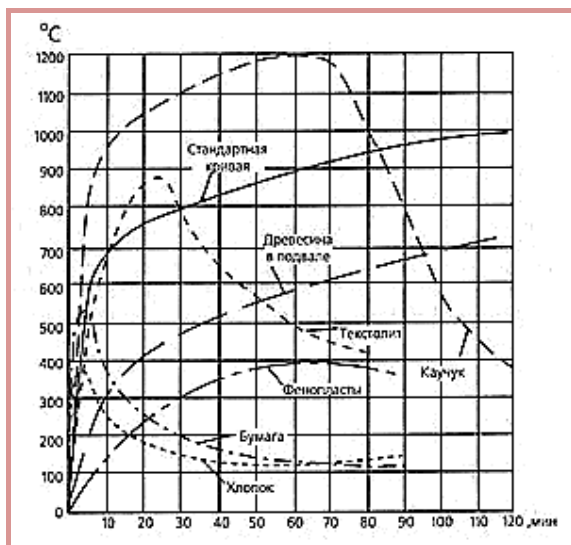


Рис. 22. Графики изменения среднеобъемной температуры при пожаре в зависимости от пожарной нагрузки

2.2.1. Технологии обнаружения изменений температуры среды вблизи очага горения

Одной из информационных характеристик пожара является процесс повышения температуры окружающей среды вблизи очага горения (пожара).

При изучении процессов изменения температуры при горении различных материалов температуру очага пожара — TRH , на расстоянии H, R (рис.2) можно определить из выражения:

$$T = 20,4 \frac{Q_n^{0,67}}{H^{1,67}} \exp \left\{ -37,3 \left(\frac{R}{H} \right)^2 \right\} \quad \text{при } R < 0,5 \text{ м,}$$

где: Q_n — теплопроизводительность пожара, кДж/кг; H — высота точки измерения, м; R — расстояние от оси очага пожара до точки измерения, м.

В условиях неопределённости когда неизвестно предполагаемое место возникновения пожара — в расчётах задаются значением максимального расстояния от оси очага пожара до места пожара (Рис.2), целесообразно применять выражение:

$$T_{pH} = \frac{K \left(\frac{Q_n}{R} \right)^{0,67}}{H}$$

где $K = 2,04$ – (экспериментально определяемый поправочный коэффициент, см. Ф.И. Шаровар).

Теплопроизводительность очага горения Q_n – величина, зависящая от ряда параметров:

$$Q_n = \eta \cdot F_n \cdot Q_n \cdot V_m,$$

где: η – коэффициент химического недожога; F_n – площадь пожара ко времени t_i , м²; Q_n – низшая теплота сгорания, кДж/кг; V_m – массовая скорость выгорания, кг/м²·с.

С достаточной степенью точности среднеобъемная температура в помещении $\bar{t}_{f,x}$ может быть определена по формуле:

$$\bar{t}_{f,x} = 3,85 \sqrt{q}$$

где: $\bar{t}_{f,x}$ – среднеобъемная температура при пожаре в помещении в момент времени τ , без учёта коэффициента избытка воздуха, °C; q – плотность теплового потока, воспринимаемой поверхностью, $\left[\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right]$.

Плотность теплового потока определяется по формуле:

$$q = 0,277 \frac{Q_n^F \cdot M}{F} f \quad \left[\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right]$$

где: η – коэффициент химического недожога (0.75 – для жидких горючих материалов; 0.95 – для твёрдых горючих материалов); M – массовая скорость выгорания материала с единицы поверхности горения, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$; Q_n^F – низшая теплота сгорания материала, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; F – поверхность теплообмена, м².

$$F = F_{\text{пол}} + F_{\text{пер}} + F_{\text{ст}},$$

где: $F_{\text{пол}}$ – площадь пола, $F_{\text{пер}}$ – площадь перекрытия, $F_{\text{ст}}$ – площадь стен; f – площадь пожара в момент времени τ , м²;

$$f = \pi (0,5 V_n \tau)^2,$$

где: V_n – линейная скорость распространения пожара, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$; τ – момент времени для которого определяем среднеобъемную температуру, с.

Для обнаружения пожара по тепловым информационным характеристикам, разработаны и применяются методы и технологии, которые основаны на физических принципах перечисленных ниже:

использование эффектов плавления сплавов металлов при различных значениях температуры

эффекта изменения электрического сопротивления чувствительного элемента при изменении температуры окружающей среды (термосопротивления);

эффекта термоэлектродвижущей силы (термо-ЭДС);

эффекта линейного расширения (температурная деформация материалов)

эффекта зависимости магнитной индукции чувствительного пожарного извещателя от температуры;

эффекта Холла;

эффекта объемного расширения (жидкости, газа) при повышении температуры;

эффекта зависимости модуля упругости от температуры;

резонансно-акустических методов контроля температуры, и другие.

Техническое устройство выполняющее функции обнаружения пожара вблизи очага горения по тепловым характеристикам называют извещатель пожарной тепловой.

Извещатель пожарный тепловой (ИПТ) – пожарный извещатель, реагирующий на определенное значение температуры и (или) скорости ее нарастания.

ИПТ является периферийным элементом системы пожарной сигнализации и размещается в зонах пожарной опасности.

Существуют различные алгоритмы обработки температурных характеристик тепловыми пожарными извещателями, так в одном случае, может применяться алгоритм формирования выходного сигнала, позволяющий реагировать только на увеличение абсолютного значения температуры выше максимально установленного порога, в другом случае формируется сигнал при условии превышения скорости нарастания температуры относительно ее контролируемого значения

В соответствии с характером реакции на изменение контролируемого признака ИПТ подразделяются на максимальные (пороговые), дифференциальные и максимально-дифференциальные [39].

Максимальные тепловые пожарные извещатели фиксируют наличие первичного признака пожара по превышению порога температуры воздуха относительно заданного в абсолютной величине Рис.23.

Дифференциальные извещатели пожарные тепловые обеспечивают реакцию на превышение порога по скорости изменения контролируемого признака (температуры).

Максимально-дифференциальные извещатели пожарные тепловые реагируют как на превышение порога (температуры), по абсолютной величине, так и по скорости изменения контролируемого признака.



Рис. 23. График зависимости температуры срабатывания ИП теплового максимального

На рисунке 24 представлены зависимости температуры срабатывания максимально-дифференциальных тепловых извещателей класса А2R от скорости роста температуры [39].

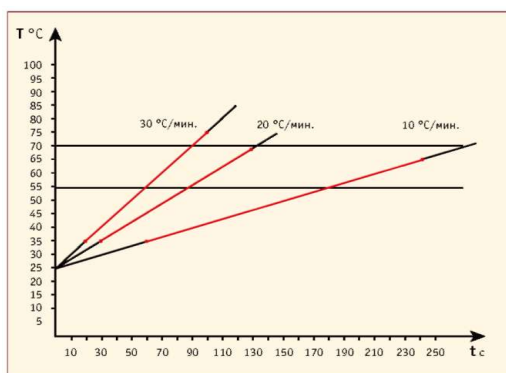


Рис.24. Зависимости температуры срабатывания максимально-дифференциальных тепловых извещателей класса А2R от скорости роста температуры

Метод обнаружения пожара с применением ИПТ заключается в определении помещений и зон пожарной опасности, с учётом пожарной нагрузки; определения класса [39], типа, количества и мест размещения ИПТ; выбора типа системы пожарной сигнализации с учётом особенностей объекта и требований нормативных документов [43,44] см. Приложения 2, 3 и 9.

Для обеспечения достоверного обнаружения пожара в зданиях и помещениях определяются создаются зоны контроля – места, где размещаются пожарные извещатели. Каждый пожарный извещатель формирует собственную зону контроля.

Зона контроля пожарных извещателей - совокупность площадей, объемов помещений объекта, появление в которых факторов пожара будет обнаружено пожарными извещателями.

По конфигурации зоны контроля тепловые пожарные извещатели подразделяют на точечные, линейные многоточечные (на основе термопар) и линейные (на основе термокабеля и оптоволокну).

Извещатель пожарный точечный – автоматический пожарный извещатель, в котором устройство обнаружения фактора пожара расположено в ограниченном объеме, много меньшем объема защищаемого помещения,

Пример формирования зоны контроля точечными извещателями пожарными показан на рис. 25.

Извещатель пожарный линейный – пожарный извещатель, реагирующий на факторы пожара в протяженной, линейной зоне. Пример формирования зоны контроля линейными ИПТ показан в Приложении 7.

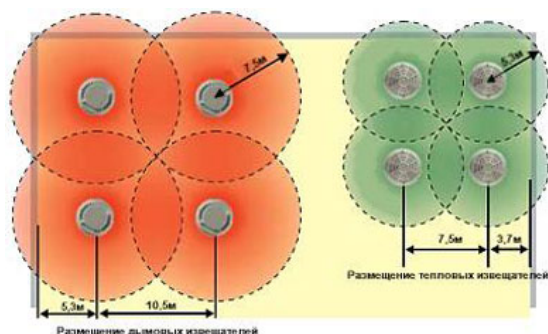


Рис.25. Конфигурация зоны контроля и особенности расстановки извещателей пожарных точечных (тепловых и дымовых)

2.2.2. Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта плавления металлов при повышении температуры

Технологии обнаружения пожара основанные на эффекте плавления металлов при повышении температуры заключаются в том, что для обнаружения пожара используются специальные сплавы металлов, которые имеют постоянную температуру плавления, к таким сплавам относится сплав Вуда. Состав сплава Вуда: Олово – 12,5%; Свинец – 25%; Висмут – 50%; Кадмий – 12,5%. Плотность сплава Вуда – 9720 кг/м³. Температура плавления сплава Вуда – 68,5 °С.

Конструкция теплового пожарного извещателя работающего на принципе применения плавких или сгораемых вставок (эффекте плавления металлов) показана на рис. 26. Чувствительный элемент такого пожарного извещателя состоит из двух упругих металлических пластин (контактов), которые спаяны

между собой с помощью сплава Вуда, каждый из контактов ИП включён в шлейф пожарной сигнализации см. рис.8.

Принцип работы ИПТ.

В исходном состоянии ИПТ включён в шлейф пожарной сигнализации (последовательно) температура окружающего воздуха менее значения $68,5^{\circ}\text{C}$, в шлейфе через ППКП поддерживается номинальное рабочее напряжение (ток).

При увеличении температуры на величину более значения $68,5^{\circ}\text{C}$, сплав Вуда переходит в жидкое состояние: упругие контакты размыкаются и разрывают электрическую цепь шлейфа пожарной сигнализации, в которую они включены. ППКП обнаруживает изменение напряжения в шлейфе и формирует сигнал «Пожар».

Пожарный извещатель такого принципа действия и является точечным тепловым максимальным.

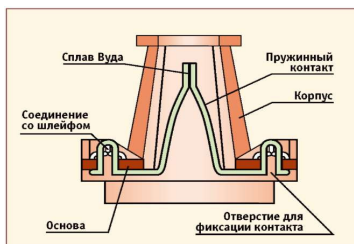


Рис. 26. Конструкция теплового пожарного извещателя работающего на принципе применения плавких или сгораемых вставок

К недостаткам пожарных извещателей такого типа следует отнести старение сплава, вызывающее повышение температуры срабатывания извещателя, а также невозможность проведения тестирования исправности извещателей. Недостатком является и необходимость замены пожарного извещателя после их срабатывания.

2.2.3. Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта температурного расширения металла

В конструкции теплового пожарного извещателя работающего на принципе использования эффекта линейного расширения металлов применяется чувствительный элемент, который состоит из латунной трубки и инварового стержня. Принцип действия чувствительного элемента пожарного извещателя основан на разнице коэффициентов теплового расширения латуни и инвара (рис.27). При размере чувствительного элемента около 250 мм с учётом эффекта линейного расширения достигается возможность управления упругими электрическими контактами, которые можно настроить на срабатывание соответственно при температурах $(70 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ и $(120 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, инертностью не более 60 с. Контактная пара чувствительного элемента включена в электронную схе-

му обработки сигнала пожарного извещателя, которая в свою очередь формирует тревожное извещение в виде электрического сигнала.

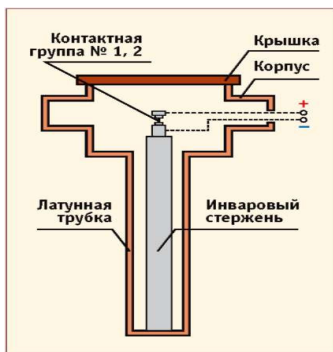


Рис. 27. Тепловой ИП на принципе использования эффекта линейного расширения металлов

Данный пожарный извещатель является точечным тепловым максимальным.

Существуют конструктивные решения автоматического пожарного извещателя такого типа во взрывобезопасном исполнении, что допускает его применение во взрывоопасных помещениях всех классов, в которых могут создаваться взрывоопасные смеси 1, 2, 3 категорий групп А, Б и Г включительно.

К недостаткам пожарного извещателя такого типа можно отнести значительные габариты и большую инерционность даже при незначительных скоростях роста температуры воздуха.

2.2.4. Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта температурной памяти формы материала

В тепловых пожарных извещателях работающих на принципе эффекта температурной памяти формы материала в качестве чувствительного элемента используется биметаллическая пластина (Рис.28).

Конструктивно термочувствительный элемент такого пожарного извещателя представляет собой герметичную металлическую колбу, в которой находятся контакты теплового реле (биметаллическая пластина).

Биметаллическая пластина, состоит из двух слоев различных металлов, жестко связанных по всей поверхности соприкосновения. Эти металлы имеют разные температурные коэффициенты линейного расширения.

Слой металла с большим коэффициентом линейного расширения (1) называется термоактивным слоем в отличие от слоя с меньшим коэффициентом линейного расширения (3), называемого термопассивным.

При нагревании пластины происходит изменение линейных размеров каждого слоя биметаллической пластины. Так как коэффициенты линейного расширения каждого слоя различные и пластина отклоняется в сторону термопас-

сивного слоя. При таком отклонении замыкается (размыкается) контактная пара 2, соединенная с пластиной. Контактная пара включена в электронную схему обработки сигнала пожарного извещателя, которая формирует тревожное извещение в виде электрического сигнала. Конфигурация биметаллической пластины может быть различной: прямоугольной, спиралевидной, сложной формы (например, в виде мембраны).

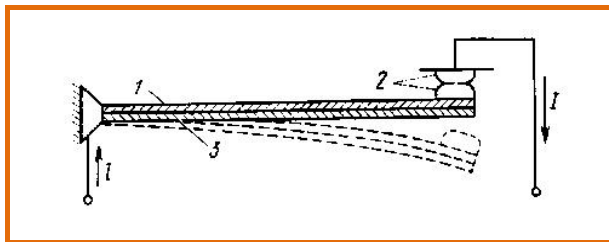


Рис.28. Биметаллический чувствительный элемент пожарного извещателя:
1 – термоактивный слой; 2 – контакт неподвижный; 3 – термопассивный слой

Принципиальная электрическая схема извещателя в работе которого применяется эффект температурной памяти формы материала имеет минимальное количество электронных компонентов (рис. 29).

Такие извещатели имеют функцию индикации дежурного режима работы.

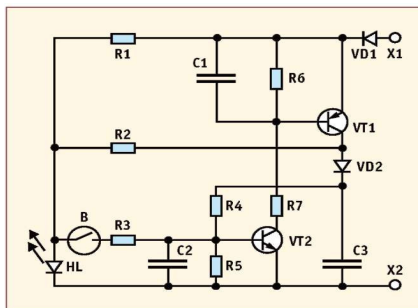


Рис.29. Принципиальная электрическая схема теплового пожарного извещателя ИП-103:
В – биметаллический чувствительный элемент пожарного извещателя

Благодаря высокой надежности, относительно небольшой стоимости – данная техническая разработка, в различных модификациях, нашла широкое применение.

По конфигурации зоны обнаружения очага пожара, извещатель является точечным.

2.2.5. Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта зависимости изменения магнитной индукции чувствительного элемента от температуры окружающей среды

Исчезновение магнитных свойств ферритов при достижении температуры в «точке Кюри» объясняется тем, что энергия теплового движения становится больше, чем энергия ориентирующего внутреннего молекулярного поля. Температурный коэффициент магнитной проницаемости B – определяется по изменению проницаемости материала в зависимости от изменения его температуры по формуле:

$$B = (m_2 - m_1) / \{m_1(t_2 - t_1)\},$$

где: m_1, m_2 – магнитная проницаемость материала при температуре t_1, t_2 .

Конструкция теплового пожарного извещателя работающего на эффекте изменения магнитной индукции чувствительного элемента от температуры, представлена на Рис. 30. Чувствительным элементом этого извещателя является геркон.

Геркон (герметичный магнитоуправляемый контакт) – электромеханическое устройство, представляющее собой пару ферромагнитных контактов, запаянных в герметичную стеклянную колбу.

На герконе закрепляется магнитная система, состоящая из постоянных магнитов, никель-цинковых ферритов с низкотемпературной точкой Кюри и латунных шайб – «термоприемников».

Принцип работы пожарного извещателя такой конструкции следующий - при нормальных условиях, температура окружающей среды ниже пороговой, контакты геркона под действием продольного магнитного поля, образованного постоянными магнитами и ферритами, стабилизирующими это поле, замкнуты. Сила притяжения контактов F_m определяется величиной магнитного потока – Φ в зазоре разомкнутого магнитного контакта и площадью соприкосновения S_n .

$$F_m = \Phi^2 / 8 I S_n.$$

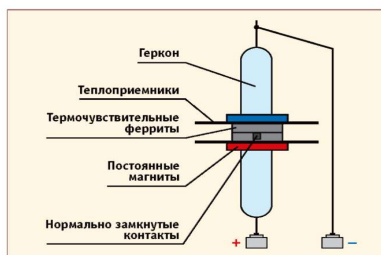


Рис.30. Конструкция теплового пожарного извещателя работающего на эффекте изменения магнитной индукции чувствительного элемента от температуры ИП-105-2/1

При повышении температуры в контролируемой зоне выше пороговой, например до 70 °С, магнитная проницаемость ферритов резко падает, что ведет к ослаблению магнитного поля и размыканию контактов.

Контактная пара включена в электронную схему обработки сигнала пожарного извещателя, которая формирует тревожное извещение в виде электрического сигнала.

Недостатками извещателей такого типа является то что:

извещатели не имеют никакой настройки температуры срабатывания и неремонтопригодные;

по причине большой массы термочувствительного элемента имеют еще и большую инерционность т.к. при обдувании извещателя воздухом, нагретым до 90 °С, срабатывание происходит через 120 с;

тепловой пожарный извещатель такого типа должен устанавливаться в помещениях и на элементах конструкций, не имеющих собственного магнитного поля.

Вместе с тем благодаря высокому качеству герметичных магниточувствительных контактов, извещатель может работать при высокой относительной влажности воздуха: 98% при 35 °С.

По конфигурации зоны обнаружения очага пожара извещатель такого типа является точечным.

2.2.6. Извещатели пожарные тепловые работающие на основе эффекта изменения электрического сопротивления терморезистора от изменения температуры

В конструкции тепловых пожарных извещателей такого типа применяют терморезисторы.

Терморезистор (термистор) – это полупроводниковый резистор, в котором существует зависимость электрического сопротивления от температуры. Изменение температуры терморезистора, а, следовательно, его сопротивление может быть вызвано либо изменением температуры окружающей среды, либо нагревом терморезистора проходящим через него током, либо воздействием обоих этих факторов (терморезисторы с прямым подогревом). Некоторые типы терморезисторов имеют специальную подогревающую обмотку, электрически не связанную с терморезистором, служащих для его подогрева (терморезисторы косвенного подогрева).

Терморезисторы характеризуются: температурной зависимостью сопротивления показывающей, как изменяется сопротивление терморезистора в рабочем интервале температур (рис.31) и температурным коэффициентом сопротивления – ТКР. %/град.

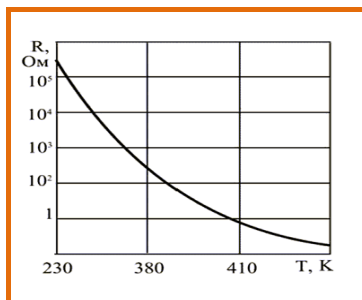


Рис.31. Изменение сопротивления терморезистора в рабочем интервале температур

Для большинства терморезисторов зависимость сопротивления терморезистора в рабочем интервале температур определяется отношением:

$$R_{T2} = R_{T1} \exp \left[\frac{B(T1 - T2)}{T1 * T2} \right]$$

где: R_{T1}, R_{T2} – сопротивления терморезистора при абсолютных температурах $T1$ и $T2$ соответственно; B – постоянный коэффициент.

Температурный коэффициент сопротивления ТКР (%/град):

$$TKR = \frac{\Delta R}{\Delta T * R_{20^{\circ}C}} * 100\%$$

где: ΔR – изменение сопротивления терморезистора, вызванное малым изменением температуры окружающей среды; ΔT (параметр рассматривается при какой-либо определённой температуре).

В зависимости от знака ТКР различают терморезисторы с отрицательным и положительным температурным коэффициентом. Терморезисторы с положительным ТКР называют позисторами.

Вольтамперная характеристика терморезистора определяет зависимость тока через терморезистор от приложенного к нему напряжения (при условии теплового равновесия между телом терморезистора и внешней средой). Типовая вольтамперная характеристика терморезистора представлена на Рис.32 (пунктиром показана смещённая характеристика при более высокой температуре окружающей среды или при большем токе подогрева).

Наиболее распространенные терморезисторы изготавливают на основе медно-марганцевых (ММТ и СТЗ), кобальто-марганцевых (КМТ и СТ1) и медно-кобальто-марганцевых (СТЗ) оксидных полупроводников.

По конструктивному исполнению терморезисторы можно разделить на следующие типы:

в виде цилиндрических стержней (КМТ-1, ММТ-1, КМТ-4, ММТ-4);

в виде дисков (СТ1-17, СТ3-17, СТ5-1);
в виде миниатюрных бусинок (СТ1-18, СТ1-19 и др.);
в виде плоских прямоугольников (СТ3-23).

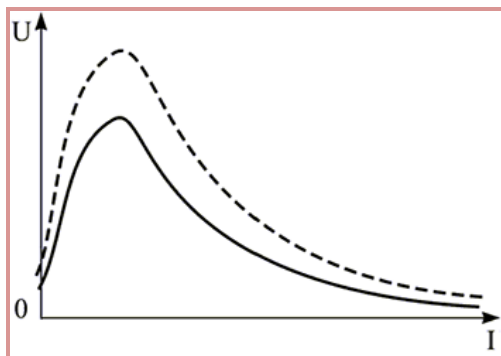


Рис.32. Типовая вольтамперная характеристика терморезистора

Применение полупроводниковых терморезисторов в тепловых пожарных извещателях позволило не только существенно уменьшить инерционность, но создать максимальные, дифференциальные и максимально-дифференциальные извещатели практически при одном схемотехническом решении.

Основными узлами и элементами блок-схемы электрической извещателя пожарного порогового максимального, (рис.33) является терморезистор, резистивный мост, транзисторный компаратор, бистабильный «элементузел» памяти на двух транзисторах.

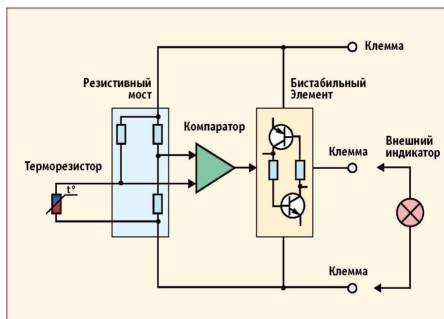


Рис. 33. Блок-схема электрическая максимального теплового извещателя ИП-101

Алгоритм работы электрической схемы теплового пожарного извещателя следующий: а) в дежурном режиме все транзисторы извещателя закрыты, ток потребления в дежурном режиме мал и равен току через резистивный мост;

б) при повышении температуры сопротивление терморезистора уменьшается, благодаря чему увеличивается разность потенциалов на входах транзисторного компаратора; в). при достижении температуры 70°C эта разность потенциалов становится достаточной для открывания транзисторов компаратора и включения бистабильного элемента; г) извещатель формирует тревожное сообщение о пожаре путем ступенчатого снижения его внутреннего сопротивления, которое не зависит от величины напряжения в шлейфе в пределах от 3 до 30 В.

Оптическая индикация повышения температуры в помещении осуществляется с помощью внешнего индикатора – светодиода. Кроме того, обеспечивается возможность работы нескольких извещателей с одним групповым выносным устройством оптической индикации.

Блок-схема электрическая пожарного извещателя (дифференциального теплового), приведена на рис. 34. При этом техническом решении применяются два терморезистора в одном плече резистивного моста, причем один из них конструктивно находится в середине корпуса извещателя и защищен от прямого поступления воздуха (тепла).

Алгоритм работы дифференциального ИПТ: а) при медленном повышении температуры воздуха сопротивления терморезисторов ПИ уменьшаются пропорционально друг другу – компаратор не выдаст управляющий импульс т.е. извещатель не будет формировать тревожного сообщения о пожаре; б) при быстром нарастании температуры воздуха сопротивление терморезисторов, будет уменьшаться с разными значениями (в связи с конструктивными решениями) – разность потенциалов становится достаточной для открывания транзисторов компаратора, включения бистабильного элемента и формирования тревожного сообщения.

Вместе с тем такой извещатель может войти в режим, который не позволит сформировать тревожное извещение (при квазистатическом росте температуры). Поэтому чисто дифференциальные тепловые извещатели целесообразно использовать только в определённых случаях.

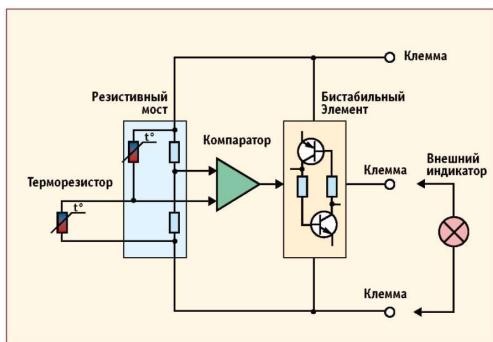


Рис.34. Блок-схема электрическая дифференциального теплового извещателя ИП-101

Решить проблему обнаружения возгорания при условии квазистатического роста температуры позволяет техническое решение, при котором в электрическую цепь второго терморезистора последовательно устанавливают дополнительный резистор (Рис. 35).

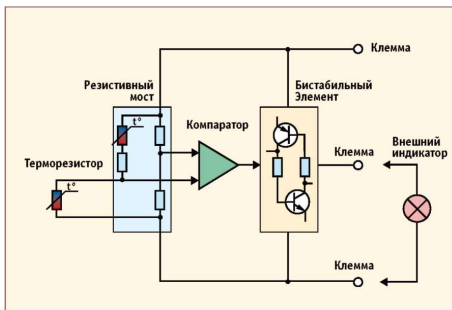


Рис.35. Блок-схема электрическая теплового максимально-дифференциального извещателя ИП-101

В результате схемотехнического решения (Рис. 35) при медленном повышении температуры, в извещателе сопротивление терморезисторов уменьшается пропорционально друг другу, как и в предыдущей схеме, но благодаря дополнительному резистору возрастает разность потенциалов на входах компаратора. Поэтому тепловой пожарный извещатель (см. рис.35) срабатывает и при достижении заданного порога срабатывания, и в случае быстрого нарастания температуры. Пожарный извещатель функционирующий по данной схеме будет относиться к максимально дифференциальным.

Новые технические решения позволили разработать, тепловые извещатели соответствующих современному уровню техники пожарной сигнализации. На Рис.36. представлена блок схема восстанавливаемого точечного теплового максимального пожарного извещателя с дистанционным возвратом в исходное состояние.

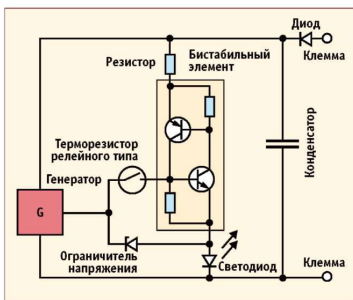


Рис.36. Блок схема восстанавливаемого точечного теплового максимального пожарного извещателя ИП-101

Это схемотехническое решение представляет собой автоматическое термоэлектрическое устройство, осуществляющее электрическую сигнализацию и оптическую индикацию при повышении температуры в помещении, а также оптическую индикацию дежурного режима работы.

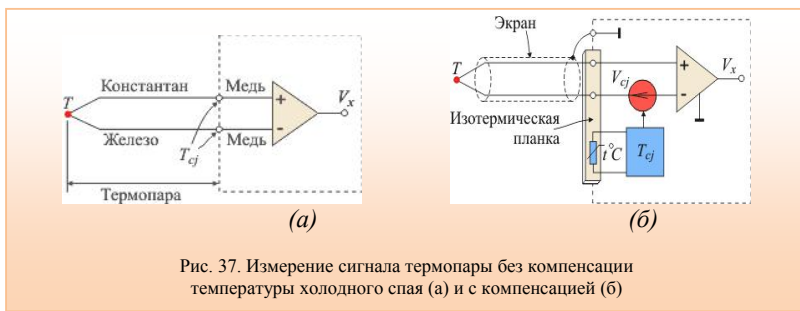
В качестве теплового сенсора (параметрического преобразователя) у него задействован специальный пленочный малоинерционный терморезистор с релейной температурной характеристикой, имеющей скачкообразное изменение сопротивления не менее, чем на три порядка при температуре фазового перехода этого полупроводника равной $68\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для еще большей стабилизации параметров сенсора его питание осуществлялось импульсным напряжением стабильной амплитуды.

По конфигурации зоны обнаружения очага пожара, извещатели такого типа являются точечными.

2.2.7. Извещатели пожарные тепловые работающие на принципе эффекта термоэлектродвижущей силы

Пожарный извещатель работающий на принципе применения эффекта термоэлектродвижущей силы (термо-ЭДС) относится к числу генераторных. В качестве чувствительного элемента он имеет термопару или батарею из термопар. Термопары являются самым распространенным средством измерения температуры в промышленности. Это связано с их широким температурным диапазоном (от $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+2500\text{ }^{\circ}\text{C}$), обычно удовлетворительной точностью, низкой ценой, взаимозаменяемостью и высокой надежностью.

Термопара представляет собой два провода из различных металлов, соединенных на одном конце («рабочий конец», «горячий спай») и предназначенных для измерения температуры (рис.37). Вторые концы термопары («свободные концы», «холодный спай») соединены со средством измерения напряжения с помощью проводов из металла одного типа, например, меди.



Между двумя несоединенными выводами термопары возникает э. д. с, (величина которой зависит от температуры горячего спая). Зависимость напряжения между свободными концами термопары от температуры при условии,

что температура холодных концов стабилизирована на уровне 0°C, в стандартах ГОСТ Р описывается полиномом вида:

$$V = E(T) = \sum_{i=0}^N A_i T^i$$

где: A_i – коэффициенты полинома; $N=4...14$ – степень полинома.

Для обеспечения необходимой точности аппроксимации весь температурный диапазон разбивается на 1...3 поддиапазона.

На основе термопар созданы точечные и многоточечные – линейные пожарные извещатели.

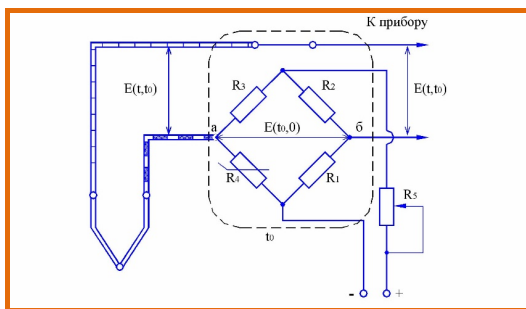


Рис.38. Электрическая схема включения чувствительного элемента ИПТ-термопары в шлейф сигнализации

Конструктивные особенности и принцип работы линейного многоточечного теплового пожарного извещателя работающего на принципе термо-ЭДС

Основу ПИТ составляет термопарный кабель. Это гибкая металлическая труба из нержавеющей стали диаметром от 1,0 до 6,0 мм, в которой размещены одна или две пары термоэлектродов. Пространство вокруг термоэлектродов и трубой заполнено сильно уплотненной мелкодисперсной минеральной изоляцией на основе MgO. Высокая плотность заполнения минеральной изоляции обусловлена технологией изготовления кабеля, включающей многократное протягивание через фильеры трубы диаметром 20 мм, предварительно заполненной термоэлектродами и изоляцией. Такой кабель за счет высокой плотности заполнения выдерживает изгибы вокруг цилиндра большим в 5 раз, чем его диаметр, имеет высокую стабильность во времени, т. к. доступ вредных газов и примесей к поверхности термоэлектродов плотно закрыт. Сварка термоэлектродов и приварки доннышка такой термопары производятся на лазерных установках, контроль качества сварки проводится гелием или азотом, а также рентгенографическим контролем.

Конструктивно такой извещатель состоит из кабельной термопары и корпуса.

Кабельная термопара имеет диаметр 3,0 мм, что позволяет изгибать ее при монтаже и эксплуатации диаметром от 15 мм и выше. Оболочка термопары выполнена из жаропрочной (до 800 °С) и коррозионностойкой стали марки 12Х18Н10Т.

Длина кабельной термопары оговаривается при заказе и может составлять от 0,5 до 50 метров. Это позволяет вынести корпус извещателя за пределы объемов, где температура может повышаться свыше 70 °С (кратковременно до 85 °С), что обусловлено техническими характеристиками современной элементной базы электроники.

Функциональная электрическая схема извещателя представлена на рис.39.

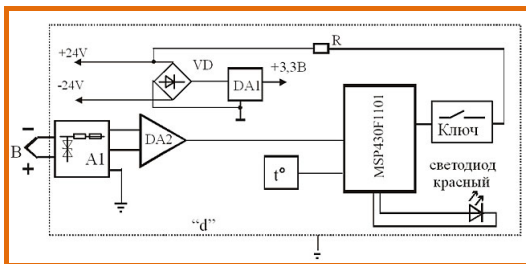


Рис.39. Функциональная электрическая схема извещателя пожарного теплового

В – кабельная термопара; «ф» – взрывозащищённая оболочка;

А1 – блок искрозащиты; DA1 – стабилизатор напряжения;

DA2 – операционный усилитель; t° – интегральный датчик температуры;

MSP430F1101 – контроллер; VD – диодный мост; R – добавочный резистор

Алгоритм работы электрической схемы. Напряжение питания поступает на диодный мост VD, что позволяет питать электрическую схему извещателя как постоянным, так и знакопеременным напряжением. Напряжение с диодного моста VD поступает на стабилизатор DA1, напряжением с которого питается вся остальная схема (кроме электронного ключа).

Термо-ЭДС кабельной термопары В проходит через блок искрозащиты А1 и усиливается прецизионным малопотребляющим усилителем DA2. Напряжение с усилителя DA2 поступает на вход 10-ти битного АЦП контроллера MSP430F1101. Для компенсации температуры «холодного спая» кабельной термопары в схеме извещателя установлен интегральный датчик температуры t° , напряжение с которого также поступает на вход 10-ти битного АЦП контроллера MSP430F1101. Программа контроллера MSP430F1101 производит измерения напряжения с усилителя DA2 и датчика температуры t° 1 раз в секунду с последующими вычислениями за 30 мс, в остальное время контроллер находится в «спящем» режиме, что позволяет обеспечивать ток потребления извещателя в дежурном режиме не более 0,1 мА. Температура срабатывания и функция извещателя (максимальный, максимально-дифференциальный или с дифференциальной характеристикой) устанавливаются программным путём в процессе производства.

При достижении температуры срабатывания или превышении допустимой скорости нагрева на кабельной термопаре В замыкается бесконтактный электронный ключ, и ток через извещатель скачком повышается до 2...7 мА, при этом с частотой 0,5...2 Гц мигает красный светодиод, установленный на корпусе извещателя.

Отключить сработавший извещатель можно только переключением напряжения питания. Ток через извещатель в режиме срабатывания ключа регулируется добавочным резистором на клеммной колодке извещателя.

Сопротивление резистора выбирается по формуле:

$$R = (U_{\text{пит}} - 0,33 \times I) / I$$

где: R , кОм – регулировочный резистор типа С1-0,125; $U_{\text{пит}}$, В – напряжение питания в шлейфе; I , мА – среднее значение тока в шлейфе приёмно-контрольного устройства при срабатывании одного параллельно-включённого ПИ (например, 2 мА).

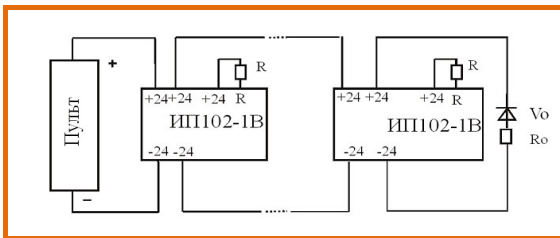


Рис.40. Электрическая схема включения извещателей ИП102-1В в шлейф пожарной сигнализации (двухпроводная линия)

Многоточечные тепловые линейные пожарные извещатели суммирующего типа

Многоточечный тепловой пожарный извещатель суммирующего типа состоит из чувствительных элементов (термопар), равномерно распределенных на длинном витом проводе (кабеле). Термо-ЭДС., возникающие при воздействии на термопары тепловых потоков, суммируются на концах провода и преобразуются в специальном электронном блоке в сигнал тревоги. Если провод с термопарами равномерно разместить по всей площади потолка защищаемого помещения, то за счет анализа тепловых потоков в помещении обеспечивается быстрое обнаружение загораний. Результаты огневых испытаний показали, что время срабатывания многоточечных извещателей мало зависит от высоты защищаемых помещений и составляет несколько десятков секунд вплоть до высоты $H = 20$ м.

Основным выражением, описывающим работу многоточечных извещателей, является уравнение:

$$\sum_{i=0}^N \varepsilon_i - E \quad (1)$$

где: ε_i – термо-э.д.с. на выходе i -ой термопары, находящейся под воздействием теплового потока; E – пороговое значение термо-э.д.с. на выходе датчика, при котором извещатель выдает сигнал тревоги; N – количество термопар датчика, находящихся под воздействием теплового потока.

Для анализа эффективности применения датчика необходимо определить зависимость N и ε_i от мощности источника загорания $Q[\text{кВт}]$ и от высоты H [м] защищаемого помещения.

На начальной стадии развития пожара математическая модель простого факела, формируемого восходящими потоками, основана на точечном источнике пожара который изображен на рис.41.

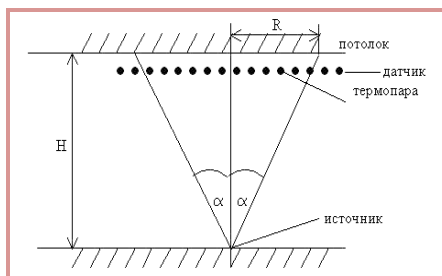


Рис. 41. Модель точечного очага пожара

Ввиду малой инерционности термопар, можно принять, что воздействие на датчик происходит в момент подхода восходящего потока теплого воздуха к потолку, а зону воздействия на датчик ограничить проекцией конуса факела на потолок радиусом R . Данное предположение подтверждается результатами эксперимента, которые свидетельствуют о том, что срабатывание многоточечного извещателя происходит за время не более 50с с момента начала загорания очага пожара , а заметный рост температуры воздуха под потолком начинается лишь через 60–70 с.

Полагая, что через проекцию конуса проходит одна линия датчика, можно определить количество термопар, подвергающихся воздействию теплового потока:

$$N = \frac{2H \tan \alpha}{\Delta l} \quad (2)$$

где: Δl – шаг установки термопар, м; α – угол между осью источника и внешней границей конуса восходящего потока.

В известных моделях пожаров α принимают равным 15° . При $\Delta l = 0,5\text{м}$ получим $N = 1,1$. Н штук термопар подвергаются нагреву на начальной стадии пожара.

Напряжение ε_i на выходе термопары пропорционально перепаду температуры. $\Delta T = T_{max} - T_0$, который действует на термопару, где T_{max} – восходящая температура потока T_0 -температура окружающей среды.

Для определения ΔT под потолком помещения используют следующие выражения:

$$\Delta T_1 = \frac{16,9Q^{2/3}}{R^{2/3}} \text{ при } R \leq 0,18H \quad (3)$$

$$\Delta T_2 = \frac{5,28(Q/R)^{2/3}}{H} \text{ при } R > 0,18H; \quad (4)$$

Графики функций, описывающих распределение температуры под потолком помещения высотой H с точечным очагом пожара, находящимся на достаточно большом расстоянии от стен, приведен на рис. 42.

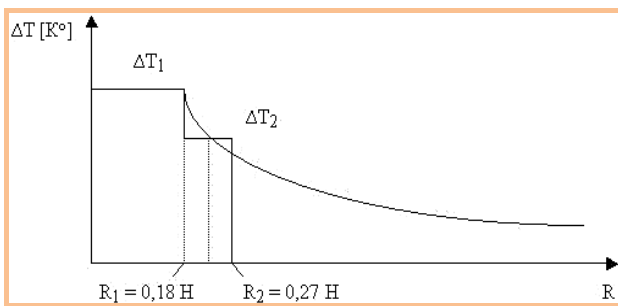


Рис 42. График распределения температуры под потолком

Усредняя значение температуры ΔT_2 на участке $\Delta R = R_2 - R_1$ и подставляя (3), (4) в выражение (1), получим:

$$E = a \frac{Q^{2/3}}{R^{2/3}} (16,9N_1 + 14,N_2) \quad (5);$$

где: N_1, N_2 – количество термопар, на которые воздействуют соответственно скачки температур ΔT_1 и ΔT_2 ; a – коэффициент чувствительности термопары [В/град.К°].

Подставляя в (5) значения N_1, N_2 , окончательно получим:

$$E = 17,5a \frac{Q^{2/3}}{R^{2/3}} \quad (6)$$

В качестве наиболее распространенной модели развития очага пожара во времени t принимается квадратичная зависимость:

$$Q = \beta t^2 \quad (7)$$

где: β – интенсивность развития пожара [кВт/с²]; t – текущее время в с.

Применяя выражение (6), можно показать, что для многоточечных тепловых извещателей время срабатывания слабо зависит от высоты защищаемого помещения. Так, например, уменьшение высоты H в 2 раза приводит к уменьшению времени срабатывания извещателя всего на 30 %. Однако учитывая, что при монтаже многоточечных извещателей на реальных объектах, его датчик распределяется равномерно по всей площади потолка защищаемого помещения с шагом $\Delta L = 6$ м можно показать, что на больших высотах тепловым потоком будет охвачено несколько линий датчика извещателя (см. рис. 43) и количество нагретых термопар будет больше, чем было определено в первичных расчётах. Соответственно, с ростом высоты H расчетное время срабатывания извещателя будет расти еще медленнее, чем дают выражения (1) и (2). Может наблюдаться даже обратный эффект – уменьшение времени срабатывания при увеличении высоты защищаемого помещения.

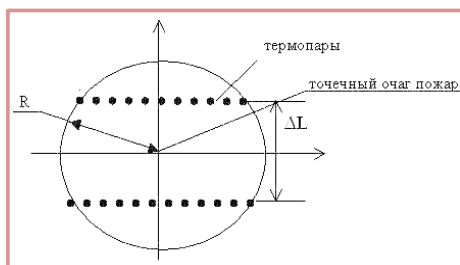


Рис.43. Схема размещения линейного ИПТ на основе термопар

Используя выражение (5), а также простейшие геометрические расчеты, можно определить максимальную величину ΔL для заданного времени t срабатывания многоточечного извещателя в помещении высотой H .

Практика показывает, что многоточечные пожарные извещатели на основе термопар позволяют:

обнаруживать пожар на начальной стадии возгорания при подходе потока теплого воздуха от очага пожара к месту установки датчика извещателя; время срабатывания составляет несколько десятков секунд от начала возгорания;

с ростом высоты защищаемого помещения время срабатывания извещателя изменяется незначительно и может быть уменьшено за счет уменьшения шага ΔL прокладки датчика извещателя;

Результаты анализа и экспериментальных исследований показали возможность применения многоточечных тепловых пожарных извещателей суммирующего типа для обнаружения пожаров на начальной стадии в помещениях высотой более 9 м.

2.2.8. Извещатели пожарные тепловые линейные работающие на принципе разрушения термочувствительного полимера (термочувствительный кабель)

В основе этой технологии обнаружения пожара заложены механические и термохимические процессы приводящие к разрушению термочувствительного полимера проводников при фиксированных температурных значениях. Разрушение термочувствительного полимера происходит только при достижении определённых пороговых значений (разное для каждого типа термокабеля).

Конструктивно линейный тепловой пожарный извещатель на основе термокабеля состоит из чувствительного элемента-термокабеля и блока обработки сигналов. Структурная схема пожарного извещателя на основе термокабеля представлена на рис.44.

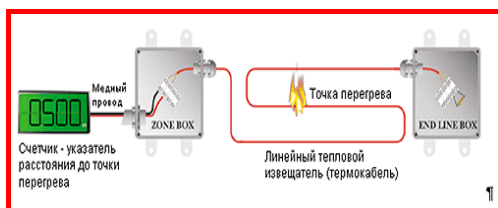


Рис.44. Структурная схема линейного теплового пожарного извещателя

Термочувствительный кабель представляет собой конструкцию, состоящую из двух скрученных стальных проводников и медного провода соединяющего извещатель с контрольным оборудованием. Каждый из стальных проводников имеет изолирующее покрытие из термочувствительного полимера. Проводники скручиваются для создания между ними механического напряжения на сдавливание, затем покрываются защитной оболочкой и помещаются в оплетку для изоляции от воздействия неблагоприятных условий окружающей среды рис.45.

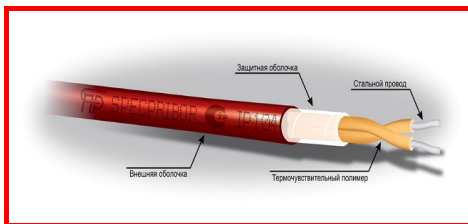


Рис.45. Термочувствительный кабель

При определённом температурном воздействии, на любой участок термокабеля, происходит разрушение термочувствительного полимера стальных проводов это приводит к контакту стальных и медных проводников т.к. между

ними ранее было создано механическое напряжение. Контрольное оборудование фиксирует факт короткого замыкания и формирует на ППКП извещение «ПОЖАР».

Для обнаружения изменения температуры извещателю пожарному на основе термокабеля не требуется нагрев участка, имеющего определенную длину, достаточно точечного температурного воздействия в любом месте кабеля. Определение нахождения зоны повышенной температуры основано на разнице электрических сопротивлений стальных проводников, составляющих основу термокабеля, и медного провода, соединяющего извещатель с контрольным оборудованием. Каждый участок термокабеля при монтаже калибруется для исключения влияния сопротивления медного проводника. После чего сопротивление проводников термокабеля может быть измерено контрольным оборудованием и использовано в определении длины термокабеля до точки перегрева.

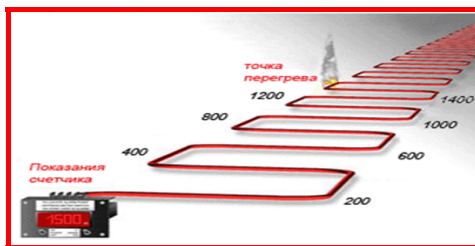


Рис.46. Определение нахождения зоны повышенной температуры

Когда в некоторой точке термокабеля происходит разрушение изолирующего покрытия проводников, что означает превышение порогового значения температуры, система пожарного оповещения помимо генерации сигнала тревоги определяет линейное расстояние вдоль длины термокабеля до точки перегрева рис. 46.

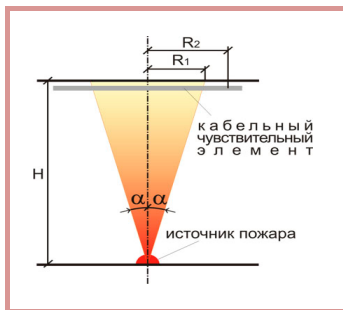


Рис. 47. Графическая модель обнаружения пожара линейным тепловым пожарным извещателем:

H – высота помещения, м; α – в соответствии с принятыми моделями пожаров равен 15°

Пример размещения чувствительного элемента ИПТ линейного (термокабеля) в зонах пожарной опасности представлен в Приложении 8.

Для различных температур и условий применения выпускаются термокабели, которые отличаются материалом оболочки кабеля, а также температурой плавления изолятора жил. На сегодняшний день доступны различные виды термокабелей. Наиболее популярны три вида термокабеля: Protectowire «PHSC», Proline «TH», Спецприбор «GTSW».

При одинаковом принципе работы данные извещатели имеют различное погонное сопротивление пары жил: Protectowire «PHSC» – 0,598 Ом/м, Proline «TH» – 0,18 Ом/м, Спецприбор «GTSW» – 0,6 Ом/м.

Меньшее погонное сопротивление Proline «TH» позволяет организовывать шлейфы большей длины (до 4000м). У PHSC и GTSW до 2000 м без определения точки срабатывания и до 1500 м с определением точки срабатывания.

Технологии обнаружения пожара изложенные выше накладывают ограничения на подключение термокабеля к ППКП. Не рекомендуется, а во многих случаях и не допускается, подключать термокабель непосредственно к приемно – контрольному прибору пожарному, так при обнаружении «Пожара» вблизи ППКП, из-за малого сопротивления термокабеля прибор будет фиксировать неисправность (как при коротком замыкании шлейфа), а при срабатывании термокабеля на большом расстоянии из-за значительного сопротивления термокабеля шлейф может остаться в дежурном режиме. Для согласования термокабеля с ППКП на практике используются специальные интерфейсные модули рис. 48,49. Интерфейсные модули обеспечивают защиту от электромагнитных помех и гальваническую развязку между термокабелем и шлейфом ППКП. Это особенно важно при защите оборудования с высокими уровнями электромагнитных полей, например, при защите мощных высоковольтных трансформаторов, генераторов, кабельных сооружений и просто при значительной длине термокабеля или при наружном размещении.

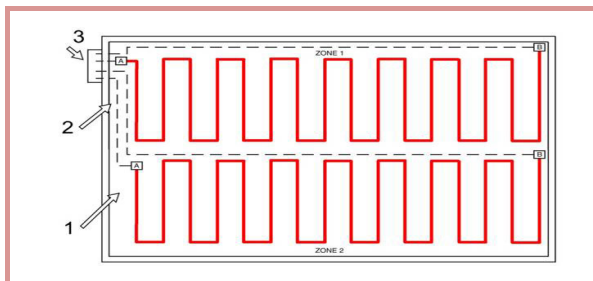


Рис. 48. Схема подключения термокабеля 1 к интерфейсному модулю 3 при помощи соединительного кабеля 2 и коммутационных коробок А и В

Применение интерфейсного модуля (блок обработки не кумулятивного действия) значительно увеличивает возможности термокабеля – можно увели-

чить длину чувствительного элемента, а также можно определить место пожара. Точность определения точки разрушения термочувствительного полимера равна 1 м, что для систем пожарной сигнализации вполне достаточно. В этом случае извещатель становится адресным.

Для определения места срабатывания используется DC – метод. При использовании DC – метода блоком обработки сигналов (интерфейсный модуль), с заданным интервалом измеряется сопротивление жил термокабеля. И происходит их сравнение с данными заложенными в памяти блока. При изменении сопротивления жил – (короткое замыкание) по заданному алгоритму рассчитывается длина кабеля до места замыкания и значение передаётся на устройство индикации. Необходимо отметить что большое влияние на погрешность измерения кабеля DC-методом оказывает качество образовавшегося контакта, а также уход температуры (1 °C даёт погрешность 0,4%).

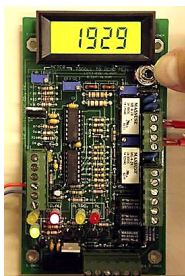


Рис. 49. Интерфейсный модуль термокабеля с индикацией расстояния очага в метрах

Для реализации принципа двойного срабатывания, необходимого для систем АСПТ, используются двухканальные модули, к которым подключаются два термокабеля с одинаковой температурой срабатывания, либо термокабеля с разными, но близкими температурами срабатывания (например, 68 и 88 °C).

В зависимости от условий эксплуатации используется термокабель с оболочкой из различного материала: ПВХ, полимерная оболочка, оболочка из полипропилена и фторполимерная оболочка. Возможность эксплуатации термокабеля в химически агрессивных средах проверяется при ускоренных испытаниях при высоких концентрациях химических реактивов. Наилучшими эксплуатационными характеристиками обладает термокабель с высококачественной огнестойкой оболочкой из фторполимера с пониженным дымо- и газовыделением). Если термокабель с ПВХ, полимерной или полипропиленовой оболочкой необходимо выбирать в зависимости от возможных воздействий тех или других химических соединений, то термокабель со фторполимерной оболочкой может применяться практически в любых агрессивных средах, при наличии ультрафиолетового излучения и в условиях экстремально низких температур до – 60 °C.

Термокабель является максимальным тепловым извещателем и поэтому сигнал «ПОЖАР» на ППКП формируется при достижении температурного порога в любой точке по всей длине кабеля.

Достоинствами тепловых линейных пожарных извещателей на основе термокабеля являются:

- простота в монтаже и наладке;
- термокабель практически не требует технического обслуживания;
- высокая устойчивость к влажности, пыли, низким температурам и химическим реагентам;
- устойчивость к электромагнитным помехам;
- возможность применения во взрывоопасных зонах;
- экономичность, отсутствие расходов при эксплуатации;
- используется с любыми типами приемно-контрольных приборов;
- не требует обслуживания;
- срок службы более 25 лет.

К недостаткам ИП этого типа можно отнести:

разрушение чувствительного элемента необходимое условие для обнаружения пожара;

извещатель однократного действия – требуется замена всего кабеля после пожара;

участок термокабеля за сработавшим участком «выпадает» из мониторинга;

термокабель не проводит анализ скорости прироста температуры, поэтому является достаточно медленным устройством, срабатывающим при превышении порога температуры;

невозможность изменения температуры срабатывания в процессе эксплуатации (необходима замена термокабеля), что не позволяет провести адаптацию извещателя при изменившейся условно-нормальной температуре;

затруднён поиск обрыва чувствительного элемента.

Основным ограничением применения проводного термокабеля значительной длины, более 2–3 км является отсутствие возможности разбиения всей протяженности термокабеля на зоны. Доступна только визуальная информация о расстоянии до места срабатывания термокабеля, что позволяет считать его условно квазиадресным. Формируется только один сигнал «Пожар» и вся протяженность термокабеля фактически относится к одной зоне. Нет возможности для деления длины термокабеля на несколько зон, что необходимо для включения пожарной автоматики по зонам. Кроме того, несмотря на использование интерфейсных модулей с разрядниками и варисторами для обеспечения грозозащиты и снижения влияния электромагнитных помех, полностью защититься при наличии нескольких километров кабеля не представляется возможным. Эти недостатки традиционного проводного термокабеля устраняются при использовании оптоволоконного термокабеля.

Термокабель это хорошее и надёжное устройство – ИПТ, простое и неприхотливое. Подходит для простых объектов, в которых нет жёстких требований по идентификации места нескольких пожаров и где можно достаточно просто заменить повреждённый чувствительный элемент (отрезок термокабеля).

2.2.9 Извещатели пожарные тепловые линейные многоточечные – адресные

Из описаний приведённых выше видно, что термокабель похож на пороговый шлейф сигнализации, в который включены точечные тепловые пожарные извещатели. В неадресной системе пожарной сигнализации обнаружение пожаров в шлейфе ограничивается приемно-контрольным прибором после выдачи сигнала «Пожар». Сигнал от места нагрева термокабеля, ближайшего к модулю, блокирует контроль над остатком кабеля. Поэтому область применения термокабеля сродни той, для которой предназначены неадресные пожарные тепловые извещатели.

Однако кабельные линейные пожарные извещатели, как правило, имеют длину сотни метров, и потеря контроля большого отрезка кабеля может стать критичной. Вследствие этого безадресный чувствительный элемент должен объединять однотипные смежные помещения, при обнаружении пожара действия по которым идентичны.

В дальнейшем были разработаны пожарные извещатели в которых совмещены достоинства линейных и точечных тепловых пожарных извещателей это – адресные линейные тепловые многоточечные ИП.

Примером кабельного адресного извещателя пожарного теплового многоточечного может служить адресный тепловой сенсорный кабель МНД535.

В состав такого извещателя входит блок обработки, кабель – чувствительный элемент, и оконечное устройство рис. 50.

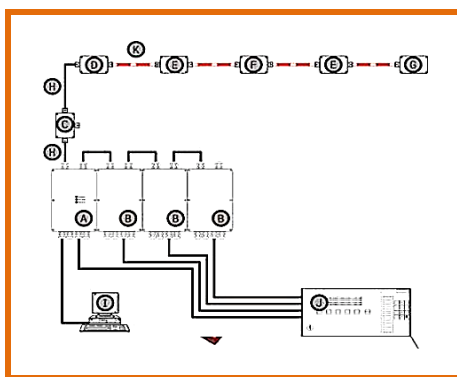


Рис.50 Блок-схема пожарного извещателя теплового линейного адресного многоточечного

Чувствительный элемент пожарного извещателя данного типа представляет собой восьмижильный плоский кабель, к которому подключены температурные датчики (параметрические преобразователи). Кабель является шиной данных извещателя. Датчики защищены внешней изоляцией. Кабель имеет двойное покрытие. Внутренний слой препятствует проникновению влаги внутрь кабеля и придаёт ему жёсткость. Наружный слой обеспечивает прочность на растяжение, а также стойкость к химическому воздействию.

Для получения данных от кабеля система последовательно, начиная с первого, обращается к каждому из датчиков (см. адресные системы пожарной сигнализации).

Состав элементов блок схемы рис 50

A	блок обработки PU	G	оконечное устройство СТМ 535
B	релейный блок RCU 535	H	соединительный кабель ССА 535
C	защитное заземление ECB 535	I	компьютер
D	модуль защиты от искрового разряда PFM 535	J	приемно-контрольный прибор
E	модуль подключения SSM 535	K	сенсорный кабель MHD 535
F	модуль соединения и фильтрации CFM 535		

Адресация и получение данных происходит с помощью аналоговых сигналов коммутации. Данные поступают в блок обработки А, который и принимает решение о наличии пожара. После опроса последнего датчика активируется оконечное устройство G, получив его сигнал, блок обработки проводит сброс шины и повторяет цикл опроса датчиков, начиная с первого.

Блок обработки с заданной частотой производит опрос последовательно адресуемых температурных датчиков, тот датчик, к которому обращается блок обработки А, передаёт в аналоговом виде данные по температуре в оконечное устройство G. Данные представляют собой ток, пропорциональный температуре. Измеренный ток вычитается из опорного тока, вырабатываемого оконечным устройством и не зависящего от колебаний температуры. Полученный результат поступает в блок обработки.

Получаемые данные от датчиков позволяют выделить сигнал «Пожар» по порогу (максимальные температурные классы А1, А2, В, С) или по скорости прироста температуры (дифференциальный класс) [39].

Рассмотренный выше адресный сенсорный кабель MHD535 реализует смесь адресного обращения к датчику и аналогового считывания данных с датчика (ток пропорционален температуре) что приводит к возможности получения ложных срабатываний.

Полностью цифровой подход обработки информации реализован в семействе многоточечных пожарных извещателей ProCab производства ООО «ЭТРА-спецавтоматика»: извещатели ИП101-1-Р-МТ, ИП435-6-МТ, ИП101/435-2-Р-МТ, которые обеспечивают контроль пожаров на дальностях от 24 метров до 2.400 метров.

Применение микропроцессоров (в датчиках и контроллерах) определило название семейства PROcessor CABLE (ПРОцессорный КАБель). Нижний информационный уровень – это датчики. В качестве шины данных выбрана промышленная шина 1-wire, под которую выпускается огромный ассортимент различных датчиков, а также, поскольку протокол открыт, можно разработать свои датчики 1-wire.

Минимальная единица ЧЭ – кабельный хвост (Cable Tail). Кабельный хвост представляет собой конструктивно законченный отрезок кабеля, который начинается с герметичного байонетного разъёма, через равные расстояния установлены встроенные герметичные цифровые датчики, завершается герметичным микропроцессорным узловым контроллером (УК) и выходным герметичным байонетным разъёмом. Узловой контроллер реализует функцию ведущего (Master Unit) по отношению к датчикам (Slave Unit), физически расположенных в пределах 24-метрового кабеля.

Понятно, что в пределах 24-метровой шины данных, в отличие от линии длиной сотни метров, нетрудно обеспечить надёжные измерения и надёжный обмен данными между УК и датчиками. Для измерения температуры используются температурные датчики типа DS1825. Такие датчики имеют не только логический адрес, но и физическую адресацию, поэтому УК «знает» о состоянии датчиков по их реальному расположению, начиная от минимального номера к максимальному.

УК инициализирует датчики своего кабельного хвоста, получает данные, проверяет исправность датчиков и достоверность данных.

Шина 1-wire позволяет использовать свои датчики, специально для извещателя ProCab был разработан адресуемый цифровой газовый датчик 1-wire. Такие датчики, включённые в кабельный хвост, представляют элемент принципиально нового устройства-кабельный извещатель пожарный газовый многоточечный.

Такой кабельный ИП полностью реализует преимущества раннего обнаружения пожара, начиная от тления, точечными извещателями пожарными газовыми.

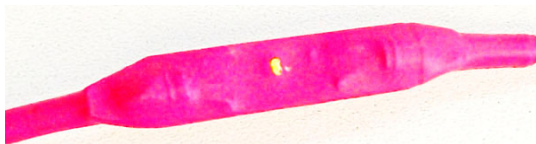


Рис. 51. Температурный цифровой датчик ProCab

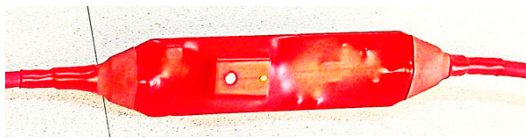


Рис. 52. Газовый цифровой датчик ProCab

Если датчики температурные, то УК выделяет сигнал по превышению порога температуры (максимальные) либо порога температуры и скорости прироста температуры (максимально-дифференциальные). В зависимости от установок извещателя УК имеет температурный класс А1, А2, А3, В, R, А1R, А2R, А3R, BR. Тепловые датчики расположены на расстоянии 4м друг от друга.

Если датчики газовые, то УК выделяет сигнал по превышению уровня монооксида углерода CO в диапазонах 10–20 ppm, 21–40 ppm и 41–80 ppm. Диапазон определяется установками извещателя. Газовые датчики расположены на расстоянии 8 метров друг от друга.

На каждый кабельный хвост длиной 24 метра извещатель тепловой ИП101-1-Р-МТ содержит 6 тепловых датчиков, извещатель газовый ИП435-6-МТ – 3 газовых датчика, извещатель комбинированный ИП101/435-2-Р-МТ – 6 тепловых и 3 газовых датчика. Такое количество и расстояние определено для того, чтобы расстояния между точками (датчиками) соответствовали требованиям на установку точечных ИП [43].

Верхний информационный уровень чувствительного элемента извещателей ProCab: для получения необходимой длины ЧЭ кабельные хвосты соединяются между собой (начало-конец) байонетными герметичными разъёмами, при этом УК оказываются подключёнными последовательно друг за другом. Во-первых, через эти разъёмы на УК и датчики кабельного хвоста поступает питание от блока обработки извещателя. В целях повышения помехозащищённости цепи кабельного хвоста не имеют электрических контактов по всей длине с конструкциями, на которых он крепится. Во-вторых, идёт цифровой обмен между блоком обработки и узловыми контроллерами кабельных хвостов. Для этого используется специально разработанный протокол «ESA-dominoes».

Функцией каждого УК является приём послышки и ретрансляция его в последующий УК. Это необходимо для увеличения помехозащищённости и увеличения суммарной длины ЧЭ.

После подключения к блоку обработки чувствительного элемента, собранного из кабельных хвостов, происходит инициализация узловых контроллеров. При этом блок обработки последовательно нумерует УК номерами от 1 до 100. УК записывает свой номер в ПЗУ микропроцессора. Когда послышка доходит до последнего УК и тот обнаруживает, что за ним никого нет, то последний УК отправляет в блок обработки свой номер. После этого БО определяет реальное количество кабельных хвостов и может контролировать их количество.

В дальнейшем основной формой запроса является широковещательная команда «отдать состояние УК». В том случае, если в пределах кабельного хвоста, контролируемого УК нет тревожных сигналов, то от УК будет ответ «всё

нормально». Если же по одному или нескольким датчикам УК выделит сигнал, то он извещает об этом БО. При получении тревожных сигналов по УК блок обработки обращается к каждому из них индивидуально с запросом: какие номера датчиков выделили сигнал «ПОЖАР».

В итоге БО получает адрес сработавших датчиков по всем УК, что позволяет провести точную идентификацию мест пожаров.

Извещение о пожаре или неисправности передаётся блоком обработки посредством 20-ти оптоэлектронных реле на которые группируются узловые контроллеры кабельных хвостов. Для отладки и поиска неисправности в БО есть ЖКИ дисплей с функциональной клавиатурой рис.53.



Рис.53. Блок обработки сигналов

Извещатели ИП101-1-Р-МТ, ИП101/435-2-Р-МТ обнаруживают пожар в температурных классах максимальных А1, А2, А3, В, максимально-дифференциальных А1R, А2R, А3R, ВR и дифференциальных R. Измерения проводятся цифровыми прецизионными датчиками температуры. Для повышения достоверности при обнаружении признака пожара датчиком, данные от этого датчика многократно проверяются в течение 12 секунд. При сохранении состояния «ПОЖАР» по данным датчика, принимается решение об обнаружении пожара.

Извещатели ИП435-6-МТ, ИП101/435-2-Р-МТ обнаруживают пожар по изменению химического состава воздуха, а именно по появлению угарного газа в диапазоне 15-100 ppm. Измерения проводятся цифровыми датчиками угарного газа, с быстродействующими электрохимическими сенсорами. Применяемые сенсоры (параметрические преобразователи) обладают высокой селективностью, срок жизни более 7 лет. В цифровом датчике газа применён контроль сенсора по старению и повреждению, контроль исправности датчика. Газовые датчики, по сравнению с дымовыми извещателями, менее капризны к месту установки, более чувствительны к продуктам тления.

Неисправностями чувствительного элемента могут быть: обрыв, короткое замыкание, неисправность одного и более датчиков кабельного хвоста. В любом случае блок обработки определяет кабельный хвост включительно до которого идёт нормальный обмен информацией, выдаёт на ЖКИ-дисплей диагностику повреждения и номер УК в котором обнаружена неисправность.

Адресный многоточечный линейный пожарный извещатель обладает рядом *преимуществ* по сравнению с ИПТ на основе термокабеля:

- это извещатель многократного действия;

- ИПТ определяет пожар по теплу (пожары с большим тепловыделением типа ТП1, ТП4, ТП5, ТП6), пожар по выделению угарного газа (пожары типа ТП2, ТП3, ТП9), либо тепло/газ пожары типа ТП1-ТП6, ТП9);

- известна конкретная точка или точки пожаров с дискретностью расстояния между датчиками (4 метра для тепловых и 8 метров для газовых);

- ИПТ прост в монтаже и использовании;

- извещатель получает информацию о воздействии ОФП по всей длине кабеля, несмотря на появление пожаров вплоть до полного разрушения кабеля;

- чувствительный элемент можно прокладывать по различным помещениям, при этом будут получены данные по пожарам всех контролируемых зон;

- обеспечен точный выбор температурного класса;

- при установке можно выбрать необходимый температурный класс, для этого не нужно заменять чувствительный элемент;

- можно использовать максимально-дифференциальные температурные классы, это уменьшит время обнаружения пожара;

- точный выбор порога срабатывания по выделению угарного газа, как признака тления;

- точное определение места пожара позволяет применять тушение пожара по конкретным местам (адресное тушение пожара);

- диагностика повреждения чувствительного повреждения с указанием типа повреждения и места повреждения;

- простой монтаж и замена повреждённых участков чувствительного элемента;

- применение датчиков 1-wire позволяет снизить себестоимость извещателя.

Недостатки ИПТ:

- извещатель не предусматривает резервирования чувствительного элемента;

- извещение о пожаре и неисправности выдаётся только с помощью реле.

Существующая версия извещателя не имеет цифрового выходного порта;

- применение разъёмов для соединения кабельных хвостов ограничивает механическое сопротивление ЧЭ на растяжение.

Таким образом учитывая технические характеристики, преимущества и недостатки линейных адресных ИП рассмотренных выше можно сделать заключение, что применение данных технологий обеспечивают точное обнаружение пожара на ранней стадии. А применение газовых датчиков в ЧЭ позволяет обнаружить пожар на стадии тления, в том числе при запылённости сухой пылью и воздушных потоках.

2.2.10. Извещатели пожарные тепловые линейные с применением комбинационного принципа измерения температуры вдоль оптического волокна

Применение современных научных разработок в области использования оптоволокна позволяют значительно расширить функциональные возможности линейного теплового извещателя. Наиболее значимые практические результаты были получены при использовании лазерного оптического рефлектометра с волоконно-оптическим кабелем. Температура контролируется вдоль кабеля – сенсора, с непрерывным профилем. Это обеспечивает высокую точность определения изменения температуры на больших расстояниях или на протяженных поверхностях.

Принцип работы линейного пожарного извещателя с применением волоконно-оптического кабеля.

В работе линейного пожарного извещателя с применением волоконно-оптического кабеля используется эффект Рамана – комбинационный принцип измерения температуры вдоль оптического волокна, изготовленного из кварцевого стекла рис. 54. Кварцевое стекло состоит из диоксида кремния в виде аморфной твердой структуры. Тепловое воздействие вызывает колебания решетки в твердом веществе. Когда свет падает на термически возбужденные молекулярные осцилляции, происходит взаимодействие между легкими частицами (фотонами) и электронами молекул. При этом в оптическом волокне происходит рассеяние света, известное как Рамановское рассеяние. В отличие от падающего света, этот рассеянный свет претерпевает спектральный сдвиг на величину, эквивалентную резонансной частоте колебаний решетки. Свет рассеивается в обратном направлении вдоль оптического волокна и содержит три различные спектральные компоненты (рис. 55):

Рэлеевское рассеяние с длиной волны используемого лазерного источника излучения:

составляющая Стокса с большей длиной волны;

составляющая Анти-Стокса с длиной волны ниже, рассеяния Рэля.

Интенсивность так называемой Анти-Стоксовской спектральной составляющей зависит от температуры, в то время как спектральная составляющая Стокса практически не зависит от температуры. Локальная температура оптического волокна определяется из соотношения уровня спектральных составляющих Anti-Стокса и Стокса.

Использование полупроводниковых лазерных диодов с новым способом процедуры оценки, с обнаружением двух видов рассеяния (Рэля и Рамана) в сенсоре из оптического кабеля длиной до 10 км позволяют контролировать незначительные изменения температуры, такие как один-два градуса по Цельсию в минуту. Формирование выборки отсчетов через 10 нс позволяет формировать практически непрерывный профиль распределения температуры вдоль оптоволокна.

Таким образом, определяя интенсивность Рамановского рассеяния, линейный пожарный извещатель вычисляет температуру в заданной точке опто-

волокна. В данном случае координаты точки определяются по величине задержки отраженного сигнала рис 54.

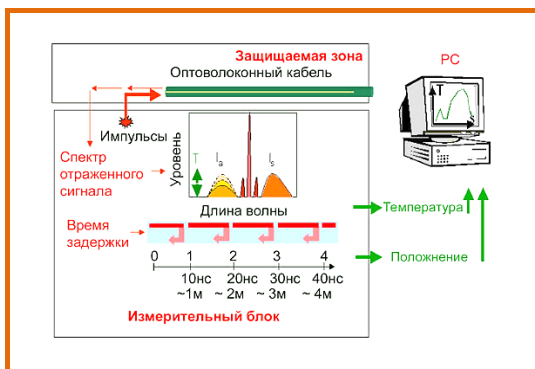


Рис.54. Эффект Рамана – комбинационный принцип измерения температуры вдоль оптического волокна



Рис. 55. График Анти-Стоксовской спектральной составляющей (зависимость от температуры)

Волоконно-оптический линейный тепловой пожарный извещатель, состоит из блока сигнализации и чувствительного элемента, в котором блок сигнализации выполнен в виде детектора рассеянного излучения, включающий оптически связанные: импульсный лазерный источник света, чувствительный элемент, блок фильтрации, разделяющий Стоксовую и анти Стоксовую компоненты, фотодиоды, регистрирующие соответствующие компоненты рассеяния, аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), блок обработки и индикации температуры по длине чувствительного элемента (волоконно-оптического кабеля) рис. 56.

4 метра. При выделении пожара в любой зоне или зонах выдаётся извещение о пожаре. Если после обнаружения пожара в зоне происходит понижение температуры до условно-нормальной, то извещатель переводит зону в дежурный режим ожидания.

Для передачи информации на верхний уровень извещатель использует оптоэлектронные реле «Пожар» и «Неисправность», по открытой системе команд к ИПТЛ «Елань» можно подключиться через порты RS232 и USB. Наблюдаемые зоны группируются в зоны релейные, за каждой из 30-ти возможных релейных зон закрепляется оптоэлектронное реле блока релейного расширителя БРР, который подключается к блоку обработки ИПТЛ «Елань» кабелем длиной до 100 метров.

Конструктивно ИП132-1-Р «Елань» он прост в настройке и эксплуатации. ИПТЛ «Елань» большое внимание уделено автоматической подстройке параметров, в том же случае, если это автоматически сделать не удаётся – максимально точно указать вид и характер неисправности. Это относится к блоку обработки, к чувствительному элементу, к блоку релейного расширителя.

К достоинствам извещателя пожарного теплового линейного с использованием оптоволоконного кабеля можно отнести положения:

- извещатель многократного действия;

- выбор принципа контроля температуры методом комбинационного рассеяния с использованием высоконадёжного чувствительного элемента обеспечивает измерение температуры при любых внешних воздействиях на оптоволоконный кабель;

- гарантированно большая длина чувствительного элемента, до 8000 метров;

- известны конкретные точки пожаров с дискретностью зоны 4 метра;

- извещатель получает информацию о температуре по всей длине кабеля, несмотря на появление пожаров вплоть до полного разрушения кабеля.

- чувствительный элемент можно прокладывать по различным помещениям, при этом будут получены данные по пожарам всех контролируемых зон;

- точный выбор температурного класса;

- при установке можно выбрать необходимый температурный класс, для этого не нужно заменять чувствительный элемент;

- можно использовать дифференциальный температурный класс, это уменьшит время обнаружения пожара;

- точечное определение пожара позволяет применять тушение пожара по конкретным местам пожара;

- высокая помехозащищённость и неприхотливость чувствительного элемента;

- развитая самодиагностика, определение вида повреждения чувствительного элемента, точное определение места обрыва;

- ЧЭ (оптоволоконно) абсолютно взрыво- и пожаробезопасен, вплоть до эксплуатации в водородосодержащей воздушной среде;

- большой срок службы, в т.ч. в агрессивных средах.

К недостаткам ИП такого типа можно отнести от того:

для АСПС непривычно использование оптической сварки для монтажа или восстановления чувствительного элемента. При отсутствии опыта и инструментов это может быть серьёзной проблемой;

отсутствие резервирования чувствительного элемента блоком обработки требует для дублирования подключения аналогичного извещателя;

при разрушении чувствительного элемента с обрывом оптического волокна ИПТЛ переходит в режим идентификации повреждения, мониторинг температуры на остатке кабеля при этом прекращается.

Анализ технических возможностей ИПТЛ с использованием оптоволокну позволяет сделать заключение, что данный пожарный извещатель надёжное средство адресного определения пожаров для любого температурного класса. Надёжность в первую очередь обеспечивается свойствами чувствительного элемента – оптоволоконного кабеля, который может эксплуатироваться в любых условиях, в том числе во взрывоопасных и химически агрессивных.

2.2.11. Методы и технологии обнаружения пожара с применением спринклерных установок пожаротушения

Спринклерные установки автоматического пожаротушения предназначены для автоматического обнаружения, тушения пожара и одновременной подачи сигнала пожарной тревоги. В качестве огнетушащего средства в этих системах применяется вода. Вода может быть использована в смеси с поверхностно-активными веществами, улучшающими её смачивающую способность см. Приложение 12.

Пожар спринклерные установки пожаротушения обнаруживают по характеристикам связанным с повышением температуры окружающей среды вблизи очага горения.

Компонентом спринклерных систем пожаротушения обнаруживающим пожар и, в последствии формирующим зону распыления огнетушащего вещества являются спринклерные распылители см. рис. 58,59.

Тепловой замок спринклерного распылителя – запорный термочувствительный элемент на основе легкоплавкого сплава металлов или стеклянная запорная колба, вскрывающийся при определенном пороговом значении температуры.

Метод обнаружения и тушения пожара с применением спринклерных систем зависит от вида теплового замка спринклера.

1-й метод обнаружения пожара основан на применении в АУТП спринклерного распылителя с тепловым замком, работающим на эффекте плавления металлов при повышении температуры.

2-й метод обнаружения пожара основан на применении в АУПТ спринклерного распылителя с тепловым замком использующим физический эффект увеличения объема жидкости при повышении температуры.



а) спринклерный распылитель с тепловым замком;



б) тепловые замки – стеклянные запорные колбы

Рис. 58. Спринклерный распылитель с тепловым замком на эффекте увеличения объёма жидкости при повышении температуры

Конструкция спринклера с запорным термочувствительным элементов на основе легкоплавкого сплава металлов представлена на рис. 59.

Выходное отверстие в спринклерной головке в обычное время закрыто тепловым замком. В состав сплава легкоплавкого замка входят висмут, свинец, кадмий и олово в различных соотношениях по массе в зависимости от температуры вскрытия спринклера.

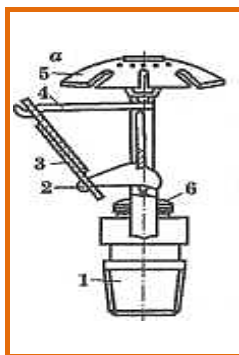


Рис.59. Спринклерный распылитель с тепловым замком (на эффекте плавления металлов при повышении температуры):
(1 – насадок, 2, 4 – рычаги, 3 – легкоплавкий замок, 5 – розетка, 6 – клапан)

При возникновении пожара сплав замка плавится, пластинки и клапан выпадают под действием давления воды или сжатого воздуха, находящихся в трубопроводе, вода, выливаясь из отверстия диафрагмы, ударяется о розетку и разбрызгивается.

Спринклерные оросители, использующие для обнаружения пожара физический эффект увеличения объёма жидкости при повышении температуры, представляют собой конструкцию, в которой тепловой замок это – стеклянный капсюль, наполненный жидкостью рис.58. При повышении температуры жид-

кость расширяется, оказывает давление на стенки капсюля и разрывает их, под действием давления воды или сжатого воздуха, находящихся в трубопроводе, вода, выливаясь из отверстия диафрагмы, ударяется о розетку и разбрызгивается.

Спринклеры изготавливают на различные температуры вскрытия в зависимости от температуры в защищаемом ими помещении.

Спринклерная установка водяного пожаротушения, представленная в Приложении 13, работает следующим образом: в дежурном режиме спринклерная установка находится под давлением, создаваемым импульсным устройством; при возникновении пожара вскрывается тепловой замок спринклерного оросителя; распыленная вода из распределительной сети через спринклеры подается в очаг пожара. Давление в питающем трубопроводе падает, срабатывает контрольно-сигнальный клапан узла управления, пропуская воду в распределительную сеть установки. Вода в начальный период поступает к узлу управления от импульсного устройства. При срабатывании клапана в узле управления вода поступает и к сигнализатору давления (СДУ). Электрический импульс от СДУ подается на щит управления и контроля, обеспечивающего включение насоса и подачу сигнала тревоги о возникновении пожара и срабатывании установки на пост пожарной охраны.

Электроконтактные манометры (ЭКМ), установленные на импульсном устройстве, предназначены для формирования сигнала об утечке (падении давления) воды (воздуха), а в отдельных случаях – для обеспечения включения насоса.

С точки зрения способности спринклерных систем по обнаружению пожаров можно отметить то, что недостатком такой системы является сравнительно большая инерционность – головки вскрываются примерно через 2–3 минуты после повышения температуры, другая задержка сигнала о возникновении пожара происходит при работе узла управления.

Систему пожаротушения необходимо постоянно поддерживать в рабочем состоянии. Оросители должны регулярно осматриваться на предмет отсутствия механических повреждений, коррозии, повреждения покрытия, преград орошению. Поврежденные оросители подлежат замене. Даже небольшие протечки требуют немедленной замены оросителя. Для этого следует иметь арсенал запасных оросителей и постоянно пополнять его.

Спринклерные оросители, которые подверглись тепловому воздействию продуктов сгорания, превышающему значения предельно допустимой рабочей температуры, подлежат обязательной замене.

Сработавшие спринклерные оросители ремонту и повторному использованию не подлежат. Их надо заменить на новые оросители.

Изложенные в данной главе методы и технологии обнаружения пожара, по тепловым характеристикам очага горения, позволяют своевременно и с большой достоверностью обнаруживать пожары, при условии строгого выполнения требований нормативных документов при изготовлении и сертифицировании ИПТ [39], рекомендаций производителя по применению соответствующего типа и класса тепловых пожарных извещателей; применения методик размещения пожарных извещателей в зонах пожарной опасности [43], см. Приложения 2, 3, 8, 9.

В российском национальном стандарте ГОСТ Р 53325-2012 [39] определены требования к техническим характеристикам ИПТ, тепловые пожарные извещатели распределены по классам в соответствии с их техническими характеристиками.

2.3. Методы и технологии обнаружения пожара, связанные с процессами дымообразования при горении веществ

На пожарах чаще всего горят органические вещества (древесина, ткани, бензин, керосин, резина, пластмассы и др.),

Выделяющиеся при пожаре продукты сгорания (дым) образуют зону задымления. В состав дыма обычно входят азот, кислород, оксид углерода, углекислый газ, пары воды, а также пепел и др. вещества. Многие продукты полного и неполного сгорания, входящие в состав дыма, обладают повышенной токсичностью, особенно токсичны продукты, образующиеся при горении полимеров. В некоторых случаях продукты неполного сгорания, например, оксид углерода могут образовывать с кислородом горючие и взрывоопасные смеси.

2.3.1 Процессы дымообразования связанные с горением веществ. Методы и технологии обнаружения дыма в атмосфере

Процессы дымообразования связанные с горением веществ.

Дым – это дисперсная система из продуктов горения и воздуха состоящая из газов, паров и раскалённых частиц.

Дым является аэрозолем со всеми присущими ему свойствами. Аэрозоли (от греч. *aer* – воздух и лат. *sol* – раствор) – системы, состоящие из твердых или жидких частиц, взвешенных в газообразной среде. Аэрозоли – это дисперсные системы, в которых частицы дисперсной фазы находятся во взвешенном состоянии.

По агрегатному состоянию аэрозоли делят на туманы – системы с жидкой дисперсионной средой и дымы – системы с твердыми частицами. К дымам следует отнести по этой классификации и пыли – системы с твердыми, но более крупными частицами.

Дымы, в которых частицы дисперсной фазы адсорбировали значительное количество влаги из атмосферы, очевидно, являются одновременно и дымами, и туманами. Такие дымы часто образуются при большом содержании влаги в задымленной атмосфере.

По дисперсности аэрозоли с твердой дисперсной фазой разделяются на дымы с частицами от 10–7 до 10–3 см и на пыли, размер частиц которых больше 10–3 см. Туманы имеют довольно крупные капельки размером от 10–5 до 10–3 см.

Горение твердых горючих материалов, как правило, начинается с тления и сопровождается при термическом распаде значительным выделением дыма, который под действием тепловых потоков поступает в окружающее пространство. При горении некоторых веществ, процесс дымообразования может длиться

ся несколько часов, заполняя помещение дымом, задолго до возникновения открытого очага пламени. Необходимо учитывать и то, что распространение дыма в объеме защищаемого помещения происходит под влиянием конвективных потоков от очага пожара.

Основные фазы задымления помещения, по которым происходит примерно 90 % пожаров показаны на рис.60.

В начале процесса загорания поток теплого воздуха и образующегося дыма под действием архимедовой силы поднимается вверх (I). Затем он растекается в радиальных направлениях под потолком (II). После достижения стен помещения, происходит накопление газо-дымо-воздушной смеси в подпотолочном пространстве (III).

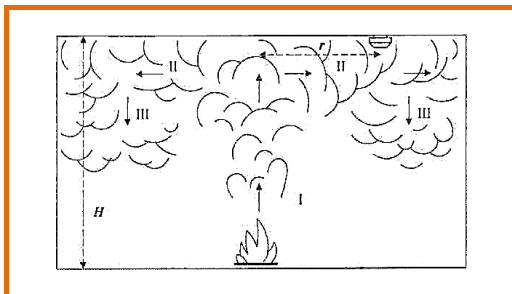


Рис.60. Фазы задымления помещения

В начальной – дисперсной стадии дымообразования частички дыма составляют 0,1...1,0 мкм. Под влиянием движения частицы в облаке дыма коагулируют и средний размер частиц при этом увеличивается.

Видимый человеческим глазом дым – это частицы размером от 0,4 мкм до 10 мкм и более.

Существует несколько математических моделей, описывающих процесс дымообразования. Одна из них рассмотрена ниже.

Известно, что процесс увеличения концентрации дыма будет зависеть от линейной и массовой скорости выгорания материалов, их свойств, характеризующих способность к дымообразованию и расстояния до места горения. При этом нарастание общей массы дыма ρ_d (кг/с) при пожаре в помещении описывается дифференциальным уравнением первого порядка:

$$\frac{d\rho_d}{dt} = V_n K_d F_n - Q_y C_d$$

где: K_d – коэффициент дымообразования ($\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$); C_d – массовая концентрация дыма, ($\text{кг}/\text{м}^3$); Q_y – количество удаляемого дыма, ($\text{м}^3/\text{с}$); V_n – массовая скорость выгорания, ($\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$); F_n – площадь пожара ко времени (t , м^2).

Массовая концентрация дыма (C_d) – это масса частиц аэрозоля в измеряемом объеме и выражается в $\text{кг}/\text{м}^3$; счетным числом частиц, содержащихся в 1 см^3 дыма.

При круговом развитии очага пожара, характерном для большинства пожаров, изменение концентрации дыма в точке с координатами H и R см. рис.2 определяется из выражения:

$$C_d(HR) = \frac{0,33 V_m V_L^2 K_d f t^3}{HR^2}$$

где: t – текущее время, (с); H – высота установки дымового пожарного извещателя, (м); R – расстояние от оси очага пожара до места установки извещателя (м); V_m – массовая скорость выгорания, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; K_d – коэффициент дымообразования ($\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$); V_L – линейная скорость горения, (м/с); f – коэффициент неравномерности заполнения дымом объема помещения.

В процессе горения в помещении увеличивается концентрация дыма – изменяется оптическая плотность воздушной среды и как следствие проявляется эффект ослабления светового потока проходящего в задымленной среде.

Дымообразующую способность материалов обычно характеризуют оптической плотностью дыма (D) – мера ослабления света прозрачными объектами или отражения света непрозрачными объектами. Оптическую плотность дыма рассчитывают в соответствии с законом Ламберта–Бера по формуле:

$$D = \lg I_0 / I = \delta u L / 2,303$$

где: I_0 – световой поток в чистой среде, %; I – световой поток, прошедший через дым, %; L – база фотометра, м; δu – интегральный коэффициент ослабления светового потока, м^{-1} ;

$$\delta u = (1/L) \ln I_0 / I$$

где: L – путь светового потока в задымленной среде (м).

Величина δu имеет размерность $1/\text{м}$, в разных литературных источниках называется удельной оптической плотностью, или показателем ослабления светового потока. Взаимосвязь данного параметра и концентрации дыма, выраженной в $\text{мг}/\text{м}^3$, была определена экспериментально и представляется в виде аналитического выражения (рис.61):

$$\delta u = -0,0056 + 0,7 \cdot 10^{-3} C_d + 0,45 \cdot 10^{-5} C_d^2.$$

Параметр δu позволяет производить оценку такого опасного фактора пожара, как, например, потеря видимости в задымленной среде – $L_{вид}$ в первом приближении можно записать:

$$L_{вид} = 1,698/\delta u$$

Как показали эксперименты, конечная измеряемая величина δu и связанная с ней величина $L_{вид}$ существенно зависят от длины волны источника светового излучения. Например, при одной и той же концентрации дыма $C_d = 35 \text{ мг/м}^3$, но для различного диапазона источника излучения (красный $\lambda = 0,61$; зеленый $\lambda = 0,55$; голубой $\lambda = 0,45$), показатель ослабления светового потока оказался равен 0,02; 0,038 и 0,123. Что соответствует видимости в задымленной среде 77,3 м; 44 м; и 13,8 м.

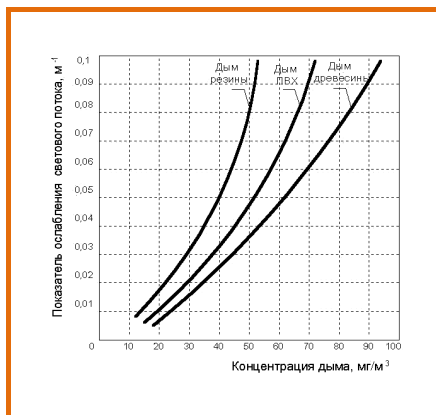


Рис. 61. График зависимости показателя ослабления светового потока от концентрации дыма в помещении.

У одних материалов коэффициент дымообразования возрастает при тлении (целлюлозные материалы, огнезащищенные полиуретаны), у других — при пламенном горении (поливинилхлорид, полиэфир, полистирол). При тлеющем горении поливинилхлорида в основном образуется плотный туман, содержащий капельки соляной кислоты. При пламенном горении образуется дым, состоящий, главным образом, из твердых частичек сажи и с примесью конденсированных капель хлористого водорода. Наиболее существенное значение в дымообразовании при термодеструкции строительных отделочных полимерных материалов имеют процессы образования в пламени конденсированных частиц углерода (сажи). Светящееся желтое пламя, возникающее вблизи поверхности горящих полимеров, свидетельствует о том, что процесс образования углерода начинается уже в низкотемпературной зоне пламени. Свечение пламени обусловлено рассеянным излучением твердых частичек углерода. Если сажевые частицы не успевают выгорать в реакционной высокотемпературной зоне пламени, происходит выделение дыма из вершины пламени. При диффузионном горении полимеров наблюдаются примерно такие же закономерности в отношении сажеобразования и выделения дыма, как и при горении низкомолекулярных органических

соединений. Это естественно, так как в образовании углерода в пламени полимеров участвуют низкомолекулярные продукты пиролиза.

На основании изложенного можно выделить следующие наиболее важные процессы, которые приводят к образованию дыма в процессе термодеструкции строительных отделочных материалов:

пиролиз с образованием в газовой фазе насыщенных и ненасыщенных углеводородов;

дегидрополиконденсация ароматических углеводородов с частичным разложением ароматических ядер до ацетилена и его производных;

рост углеродных гексагональных слоев в результате ионно-молекулярных радикальных или ионно-радикальных реакций с образованием частиц дыма, обогащенных углеводородом.

Распространение дыма в зданиях и помещениях зависит от объёмно-планировочных решений и конвекционных потоков. Так в помещении с плоским горизонтальным перекрытием за счет конвекции горячий газ и дым от очага поднимается вверх, при этом он разбавляется чистым и холодным воздухом, который втягивается в восходящий поток (рис. 62). При распространении вдоль перекрытия дым также смешивается с чистым, холодным воздухом, при этом снижается его температура, теряется подъемная сила и скорость воздушного потока становится ниже критической.

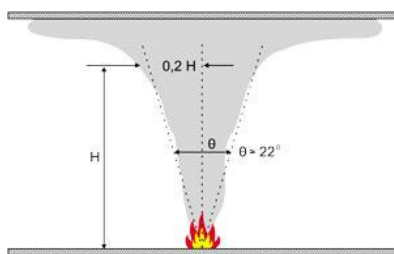


Рис. 62. Графическая модель распространения дыма

Для обнаружения пожара по фактору выделения дымов при горении разработаны и применяются методы и технологии, основанные на физических принципах:

регистрации изменений оптических свойств среды, в результате поглощения частицами дыма излучений, ультрафиолетового видимого и инфракрасного спектра;

регистрации изменений оптических свойств среды в результате диффузного рассеяния частицами дыма излучений, ультрафиолетового видимого и инфракрасного спектра;

регистрации изменений ионизационного тока, возникающих в результате воздействия на него продуктов горения;

Эти методы технически реализованы с применением специальных технических устройств – извещателей пожарных дымовых.

Суть первого метода обнаружения пожара, заключается в том, что извещатель пожарный дымовой в контролируемом пространстве формирует луч инфракрасного или ультрафиолетового спектра, параметры которого постоянно регистрируются. При появлении дыма происходит изменение исходных параметров луча, это событие фиксируется автоматическим пожарным извещателем и преобразуется в электрический сигнал, который в дальнейшем передается для дальнейшей обработки на ППКП (Рис.63).

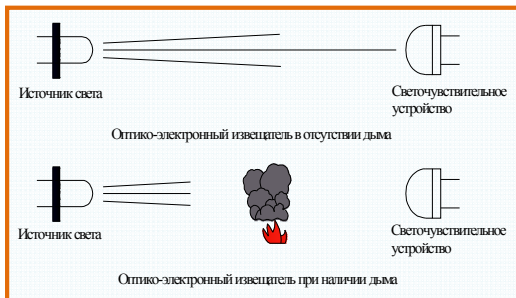


Рис.63. Принцип регистрации изменений оптических свойств среды, в результате поглощения излучений различных спектров частицами дыма

Второй метод обнаружения пожара основан на регистрации фотодиодом лучей инфракрасного спектра ИК-луча (и др.) отражённых частичками дыма. Для этого и создаётся специальная конструкция пожарного извещателя представленная на рис 64. В корпусе извещателя пожарного, в закрытом от наружного света пространстве (дымовая камера), размещается светодиод и фотодиод. Светодиод и фотодиод размещаются таким образом, чтобы исключить прямое или отражённое попадание ИК-луча формируемого светодиодом на фотодиод. При попадании дыма в дымовую камеру на фотодиод попадает часть ИК-излучения отражённого от частичек дыма. Это приводит к изменению тока протекающего в электрической цепи фотодиода и формированию электрического сигнала для обработки ППКП.

Третий метод обнаружения пожара основан на регистрации изменений ионизационного тока, при появлении частиц дыма. Для реализации этого метода создан извещатель пожарный ионизационный – устройство состоящее из ионизационной камеры в которой помещён источник радиоактивного излучения и блока обработки сигналов. В исходном состоянии воздух в дымовой камере ИП ионизирован и между электродами возникает электрический ток (рис. 65). При попадании в камеру частиц дыма ток ионизации изменяется, что регистрируется электронным блоком обработки сигналов, и ИП формирует электрический сигнал для регистрации факта появления дыма.

Физическая сущность явлений, происходящих в ионизационной камере и выражена вольтамперной характеристикой (рис. 66) и объясняется процессами рекомбинации ионов (образование нейтральных молекул из ионизированного газа при столкновении его частиц).

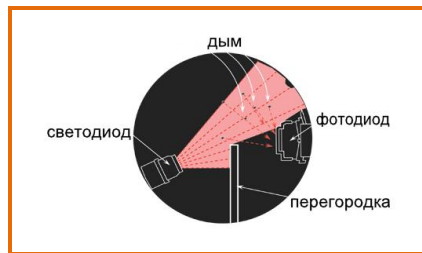


Рис.64 Принцип регистрации изменений оптических свойств среды в результате диффузного рассеяния частицами дыма электромагнитных излучений различных спектров

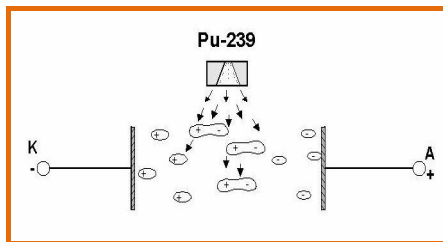


Рис. 65 Ионизационная камера дымового извещателя пожарного

Так при увеличении напряжения на электродах ионизационной камеры от 0 до U_1 происходит увеличение тока в цепи (участок 1). На этом участке существенное значение для рекомбинации имеет скорость движения ионов, которая зависит от величины напряжения.

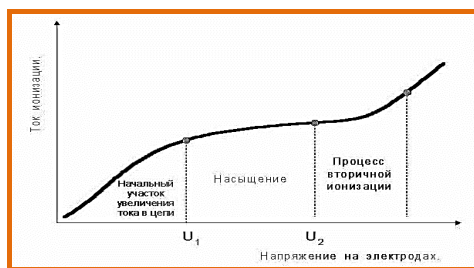


Рис. 66 Вольтамперная характеристика ионизационной камеры ИП

С увеличением напряжения уменьшается число рекомбинирующих ионов. При достаточно высоких напряжениях (участок 2) вероятность столкновения ионов становится настолько малой, что практически можно считать, что все образующиеся в газе ионы достигают электродов и дальнейшее повышение напряжения не вызывает увеличения тока. Наступает явление насыщения.

При дальнейшем повышении напряжения происходит резкое увеличение силы тока – это объясняется не только внешней ионизацией (от радиоактивного источника), но и вторичным процессом ионизации под действием ударов электронов и ионов о нейтральные молекулы (3 участка).

В настоящее время существует множество разных конструкций и модификаций извещателей пожарных российского и зарубежного производства, которые разработаны с применением современных технологий и материалов.

Извещатель пожарный дымовой (ИПД) – пожарный извещатель, реагирующий на частицы твердых или жидких продуктов горения и (или) пиролиза в атмосфере.

Извещатель пожарный дымовой ионизационный (ИПДИ) – извещатель пожарный дымовой, принцип действия которого основан на снижении значения электрического тока, протекающего через ионизированный воздух, при появлении частиц дыма (аэрозоля).

Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный линейный (ИПДЛ) – извещатель пожарный дымовой, оптический луч которого проходит вне самого извещателя через контролируемую среду.

Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный точечный (ИПДОТ) – ИПД, реагирующий на продукты горения, способные поглощать, рассеивать или отражать излучение оптического сигнала, чувствительная зона которого расположена в ограниченном объеме, много меньшего объема защищаемого помещения.

По конфигурации зоны обнаружения дымовые ИПД подразделяются, на точечные и линейные.

Пример формирования зоны обнаружения точечными дымовыми ИП был приведен ранее на рис.25.

Принцип формирования зоны обнаружения пожара с применением оптико-электронные линейных дымовых пожарных извещателей представлен на рис. 67.

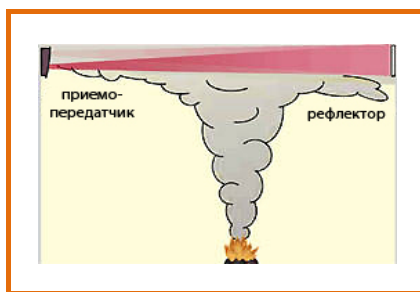


Рис. 67. Принцип формирования зоны обнаружения пожара с применением оптико-электронные линейных дымовых пожарных извещателей

Дымовые пожарные извещатели в зависимости от реализованного физического принципа обнаружения, схематехнических и конструктивных особенностей имеют не одинаковую чувствительность к дымам различных типов.

Линейные оптико-электронные пожарные извещатели, использующие эффект поглощения инфракрасного спектра света, при прохождении его через задымлённую контролируруемую зону, определяют, как видимые, так и невидимые частицы дыма. Их чувствительность достаточно стабильна по отношению к изменению размеров частиц дыма.

Радиоизотопные пожарные извещатели, определяющие наличие дыма посредством ионизации молекул воздуха в дымовой камере имеют линейную, обратно пропорциональную зависимость чувствительности от размера частиц дыма.

Оптико-электронные точечные пожарные извещатели, использующие эффект рассеянного света, имеют максимальную чувствительность по дымам, размер частиц которых соизмерим с длиной волны, и имеют максимальную чувствительность по дымам с видимыми частицами размером порядка 0,5–1 микрона. На рис. 68 показаны графики относительного уровня чувствительности ИП различных способов обнаружения дыма в зависимости от диаметра частиц, при условии постоянства их суммарной массы.

Считается, что размер частиц дыма варьируется, начиная от 0,1 микрона в диаметре, преобладающих в горящем пламени, до частиц, которые могут быть крупнее на порядок и более, что является характеристикой очага в беспламенной стадии горения. Фактический размер частиц зависит от совокупности многих переменных, например, от физического состава очага, концентрации кислорода в воздухе, характера газообмена и от других параметров окружающей среды, особенно от влажности.

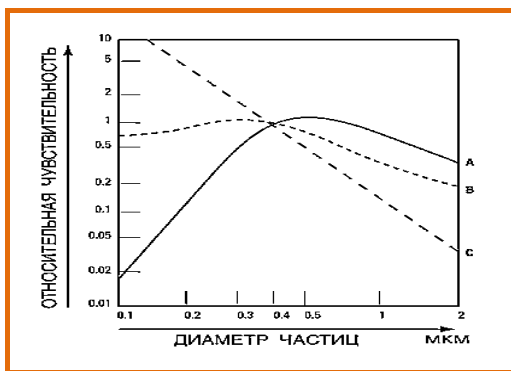


Рис. 68. Графики относительного уровня чувствительности в зависимости от диаметра частиц дыма.

Методы обнаружения: А – регистрация рассеяние лучей света дымом;

В – регистрация поглощения излучений дымом;

С – регистрация изменения ионизационного тока камеры

Более того, размер частиц дыма не постоянен во времени, по мере охлаждения газа, частицы размером меньше микрона соединяются друг с другом и

самые крупные частицы выпадают в осадок. Другими словами, при удалении дыма от очага в распределении размера частиц наблюдается относительное снижение числа частиц минимального размера. Частицы пара, бытовых аэрозолей и пыли имеют значительно большие размеры. Все эти физико-химические процессы учитываются при разработке методов и технологий обнаружения пожара по дымовым информационным характеристикам.

2.3.2. Извещатели пожарные дымовые ионизационные

Ионизационные дымовые пожарные извещатели имеют конструкцию, состоящую из ионизационной камеры с размещенными в ней двумя электродами (анодом и катодом). В ионизационную камеру помещена капсула с радиоактивным элементом (плутоний – Pu или америций – Am), а сама камера расположена на плате блока обработки сигналов. Катод и анод чувствительного элемента подключён к блоку обработки сигналов, который формирует извещение о пожаре при превышении порогового значения измеряемого параметра (дыма). Все компоненты извещателя размещены в корпусе, который имеет форму обеспечивающую доступ дыма к чувствительному элементу – ионизационной камере (Рис.65, 69).

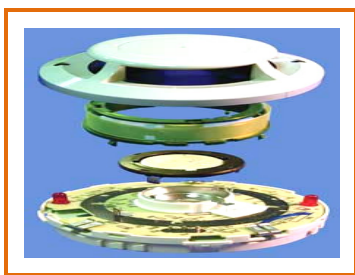


Рис. 69 Конструкция ионизационного дымового пожарного извещателя ИП-211(РИД-6М)

Наибольшее распространение получили двухкамерные ионизационные пожарные извещатели, имеющие открытую и закрытую камеры, что обеспечило улучшение достоверности обнаружения пожара. В открытую камеру свободно поступают продукты сгорания (дым), закрытая камера предназначена для компенсации влияния окружающей среды (температуры, давления, влажность). При отсутствии дыма изменение параметров окружающей среды происходит медленно и компенсационная камера изменяет свои параметры аналогично измерительной камере. При пожаре дым попадает в измерительную камеру и на управляющем электроде происходит изменение напряжения в результате скачкообразного изменения ионизационного тока. Электронная измерительная схема блока обработки сигналов преобразует это изменение в электрический сигнал – извещение «Пожар».

Минимальное значение порога срабатывания $Y_{\min}$, отн. ед.: Минимальное численное значение контролируемого фактора пожара – концентрации продуктов горения в контролируемой ИПДИ среде, при котором формируется извещение о пожаре.

Максимальное значение порога срабатывания $Y_{\max}$, отн. ед.: Максимальное численное значение контролируемого фактора пожара – концентрации продуктов горения, при котором происходит срабатывание ИПДИ.

В соответствии с действующими нормами [39] порог срабатывания современных ИПДИ должен находиться в пределах от 0,2 до 3,0 относительных единиц.

Ионизационные извещатели эффективны для обнаружения дыма при горении любых веществ и материалов, однако они наиболее чувствительны к дыму с мелкими частицами, которые возникают при возгорании пластмасс и гептана (ТП-4, ТП-5) и менее чувствительны к дыму от тления древесины и хлопка. Поэтому область применения ионизационных извещателей - защита кабельных сооружений и помещений, где возможно загорание пластика и горючих жидкостей.

Извещатель не рекомендуется устанавливать в жилых помещениях и детских учреждениях т.к. одним из компонентов, чувствительного элемента ИП является источник радиоактивного излучения.

2.3.3 Извещатели пожарные дымовые работающие на принципе регистрации эффекта диффузного рассеяния излучений инфракрасного, ультрафиолетового и видимого спектра при прохождении их через дым

Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный точечный (ИПДОТ) – автоматический пожарный извещатель, в котором устройство обнаружения фактора пожара расположено в ограниченном объеме, много меньшем объема защищаемого помещения.

При рассмотрении графической модели развития пожара (Рис. 2 и Рис. 55) видно, что от очага загорания дым с нагретым воздухом поднимается вверх до потолка и распространяется в верхней части помещения в горизонтальной плоскости. Кроме того, в непосредственной близости к перекрытию, как правило, сохраняется слой чистого воздуха и это требует обеспечить такую конструкцию дымовых и тепловых пожарных извещателей, чтобы их чувствительные элементы были расположены на расстоянии не менее 25 мм от потолка. Одновременно конструкция дымового ИП должна быть рассчитана на работу с горизонтальными воздушными потоками дыма с незначительными скоростями.

Пожарный извещатель работающий на принципе регистрации эффекта диффузного рассеяния излучений инфракрасного спектра при прохождении через дым, конструктивно состоит из платы, на которой размещаются электронные компоненты блока обработки сигналов и дымовая камера. В дымовой камере размещены светодиод и фотодиод (оптопара) – Рис.71.

Алгоритм работы ИП точечного дымового: а) в исходном состоянии излучение от светодиода не попадает на фотодиод т.к. два этих элемента конст-

руктивно разделены перегородкой, электронная схема ИП находится в дежурном режиме; б) при появлении дыма в дымовой камере излучение светодиода рассеивается рис. 68,70; часть излучения попадает фотодиод который включён в электронную схему блока обработки сигналов; в) блок обработки сигналов регистрирует изменение характеристик фотодиода и формирует электрический сигнал для передачи по шлейфу пожарной сигнализации на ППКП.

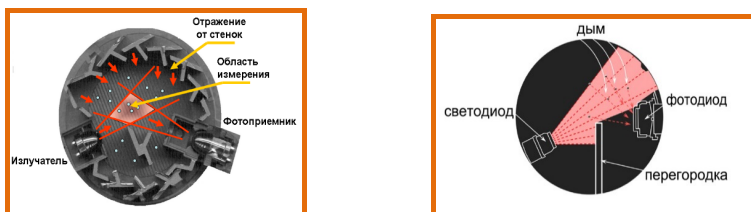


Рис.71. Конструкция дымового оптико-электронного пожарного извещателя

На рис.72 представлен вариант электрической схемы оптико-электронного дымового пожарного извещателя.

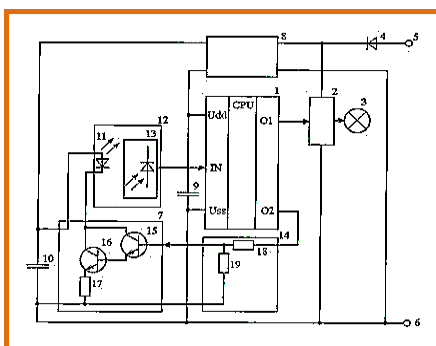


Рис.72. Принципиальная электрическая схема дымового оптико-электронного пожарного извещателя

Состав принципиальной электронной схемы ИПДОТ:
 блок обработки и управления (1);
 формирователь сигнала регистрации дыма (2);
 оптический индикатор (3);
 токовый ключ (7);
 излучатель (11);
 оптическую камеру (12);
 фотоприемником (13);
 делитель напряжения (14).

Принцип работы электронной схемы ИПДОТ

Рассеянное оптической камерой 12 со светопоглощающими стенками инфракрасное излучение излучателя 11 поступает на фотоприемник 13 и обрабатывается блоком обработки и управления 1. Сигнал, который поступает на вход блока обработки и управления 1, будет существенным образом зависеть от оптической плотности воздуха в оптической камере 12. Так при абсолютной прозрачности воздуха на выходе фотоприемника 13 будет присутствовать фоновый сигнал - импульсы малой амплитуды, так как будет иметь место некоторое отражение от стенок оптической камеры 12. По мере увеличения оптической плотности воздуха в оптической камере 12 будет увеличиваться амплитуда импульсов на выходе фотоприемника 13. Пока амплитуда этих импульсов не достигнет установленного предельного значения, состояние на выходах блока обработки и управления 1 не будет изменяться. На входе формирователя 2 сигнала регистрации дыма будет оставаться низкий потенциальный уровень, поэтому индикатор 3 будет оставаться отключенным. Извещатель будет оставаться в дежурном режиме работы, потребляя от шлейфа пожарной сигнализации ток, величина которого ограничена ограничителем 8 тока и напряжения.

Если амплитуда импульсов на выходе фотоприемника 13 превысит предельное значение и если такой уровень сигнала появится на входе блока обработки и управления 1 подряд несколько раз, например 4, то состоится изменение состояний на его выходах. На первом выходе появится высокий потенциальный уровень, по которому откроется формирователь сигнала регистрации дыма 2, через формирователь 2 и индикатор 3 будет протекать ток, который обеспечит формирование в шлейфе пожарной сигнализации состояния «ПОЖАР».

На втором выходе блока обработки и управления 1 установится низкий потенциальный уровень. Токвый ключ 7 будет закрыт. Второй конденсатор 10 не будет разряжаться через излучатель 11, однако напряжение на втором конденсаторе 10 не будет расти, так как резко уменьшается разность потенциалов между клеммами 5 и благодаря току, который протекает через формирователь 2. Если это падение напряжения будет превышать минимальное значение рабочего напряжения блока 1 обработки и управления, то извещатель будет находиться в состоянии «ПОЖАР» бесконечно долго.

Вывести извещатель из этого состояния возможно только отключением напряжения питания шлейфа пожарной сигнализации (напряжение между входными клеммами 5 и 6) на время, которое достаточное для разряда первого конденсатора 9 до величины, при которой на входах электропитания блока 1 обработки и управления установится напряжение ниже минимального значения.

Для исключения ложных срабатываний в конструкции дымового оптико-электронного ИП необходимо так же обеспечить защиту оптопары от воздействия искусственного или естественного освещения яркостью до 12000 лк, защиту от влаги, от пыли, от коррозии, от насекомых, от воздействия электромагнитного излучения, от механических воздействий и т.д.

Основной характеристикой определяющей способности ИПДОТ обнаруживать дым является показатель – чувствительность.

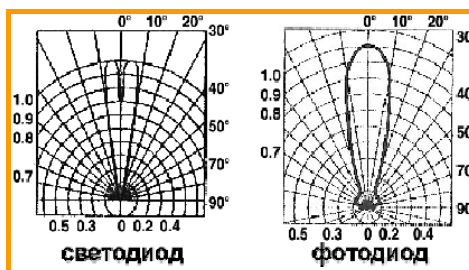


Рис. 73. Диаграммы направленности оптопары извещателя пожарного дымового оптико-электронного

Чувствительность ИПДОТ должна быть указана в технической документации на ИПДОТ конкретного типа и находиться в пределах от 0,05 до 0,20 дБ/м.

Значение чувствительности ИПДОТ не должно зависеть от изменения направления воздушного потока.

Значение чувствительности ИПДОТ не должно меняться при воздействии воздушного потока со скоростью до 1,0 м/с. ИПДОТ должен сохранять работоспособность при воздействии фоновой освещенности от искусственного и (или) естественного освещения величиной не менее 12000 лк.

Максимальное значение чувствительности $m_{\max}$, дБ/м: Максимальное значение удельной оптической плотности контролируемой ИПДОТ среды, при котором формируется извещение о пожаре.

Минимальное значение чувствительности $m_{\min}$, дБ/м: Минимальное значение удельной оптической плотности контролируемой ИПДОТ среды, при котором формируется извещение о пожаре

При размещении ИПДОТ и ИПДИ в зонах обнаружения необходимо учитывать то что, способность ИП обнаруживать дым зависит от конвекционных потоков воздуха и высоты потолков в помещениях в связи с этим нормами строго регламентируется расстояния между точечными дымовыми пожарными извещателями в зависимости от высоты потолков. Вариант организации зоны обнаружения с применением точечных дымовых ИП показан на рис.74.

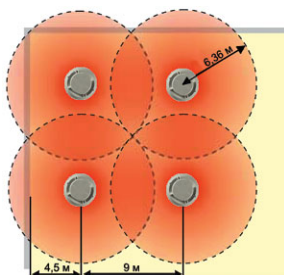


Рис. 74. Диаграмма зон обнаружения точечных дымовых пожарных извещателей

Ранее отмечалось что для обнаружения дымы в помещениях используется два способа: абсорбционный, основанный на ослаблении интенсивности светового потока и нефелометрический, основанный на регистрации рассеянного отраженного светового потока.

Абсорбционный способ применяется в линейных дымовых пожарных извещателях и позволяет обнаруживать дым на его начальной стадии.

Нефелометрический способ основан на теории рассеяния световой волны частицами малых размеров, разработанной Густавом Ми (G. Mie) в 1908 и получившей название Теории МИ. Данный способ нашел свое применение в ИПДОТ.

Известно, что для эффективной работы ИПДОТ необходимо обеспечить защиту оптопары от фоновой освещенности. Одним из технических решений является разработка специальных конструкций корпуса ИП. Но это решение приводит к тому что, с одной стороны повышается время обнаружения дыма (из-за большого аэродинамического сопротивления конструкции корпуса), а с другой стороны в корпусе ИПДОТ собирается пыль что приводит в формированию ложных срабатываний извещателя. Эти особенности конструкции являются основным недостатком современных ИПДОТ.

Одним из технических решений в котором устранены проблемы отмеченные выше является ИПДОТ с открытой оптической системой. Реализация этого решения потребовала разработки новых алгоритмов обработки информации и технологий обнаружения дым.

В теории передачи сигналов уже давно изучены и широко применяются способы передачи и обработки сигналов, которые позволяют программно-аппаратным путем бороться с внешними воздействиями, к которым в данном случае относится фоновая засветка приемника ИПДОТ.

В ИПДОТ с открытой оптической системой принцип исключения воздействия фоновой засветки на приемный тракт ИПДОТ основан на применении широкополосных сигналов (ШПС).

Существует несколько видов ШПС (быстрая и медленная ППРЧ, ФМ-ШПС и т.п.). Известно, что у ШПС занимаемая полоса частот во много раз превосходит полосу сигналов, занимаемую самим информационным сигналом. Для получения такого ШПС используется генератор псевдослучайных сигналов (ПСП), имеющий максимально высокую тактовую частоту, чем выше тактовая частота, тем шире спектр. Также известно, что создать источник абсолютно случайного сигнала практически невозможно. Любой реальный генератор случайных чисел имеет период повторения, поэтому речь можно вести только о псевдослучайных последовательностях.

Чем больше период повторения (длина кода) самого псевдослучайного сигнала, тем еще больше формируется гармонических составляющих в его спектре, тем шире формируемый спектр сигнала. Т.е. при идеальном источнике случайного сигнала был бы сформирован равномерный спектр неограниченной ширины, который еще называется «белым шумом». Как правило, в качестве ПСП используются известные по математике М-последовательности.

Известно, что все естественные и искусственные источники света имеют ограниченный спектр с очень конкретными его составляющими. В частности, люминесцентные лампы имеют в своем спектре гармоники ± 50 и ± 100 Гц. Поэтому при поступлении в приемный тракт данных сигналов, их легко отличить от ШПС, сформированного с помощью ПСП. Несколько сложнее с солнечным светом, где спектр гораздо шире, но и тут проблемы решаемы.

Из основ математического анализа и теории передачи сигналов известно, что при перемножении сигнала $S(t)$ самого на себя на выходе «перемножителя» всегда присутствует постоянная составляющая. Результат перемножения двух сигналов называется корреляционной функцией $K(t)$ и она максимальна только для абсолютно схожих по всем своим параметрам сигналов. Для ортогональных сигналов $K(t)$ имеет значение равное нулю.

Если же в приемном тракте какого-то устройства входной сигнал представляет собой широкополосный сигнал $S_1(t)$, промодулированный информационным сигналом $S_2(t)$, то после его перемножения с исходным сигналом $S_1(t)$ можно легко с помощью узкополосного фильтра выделить сам модулирующий информационный сигнал $S_2(t)$.

Этот принцип выделения полезного сигнала и заложен в ИПДО с открытыми оптическими системами.

Упрощенный принцип селекции полезного сигнала, сформированного рассеянием светового потока от частиц дыма представлен на рис. 75.

В настоящее время светодиодные излучатели имеют возможность передавать частотно или фазомодулированные сигналы с полосой до 100 МГц путем прямой модуляции. Это позволяет в передающем тракте извещателя сформировать на базе генератора ПСП с микросекундными импульсами широкополосный сигнал $S_1(t)$ с занимаемой полосой до 100 МГц.

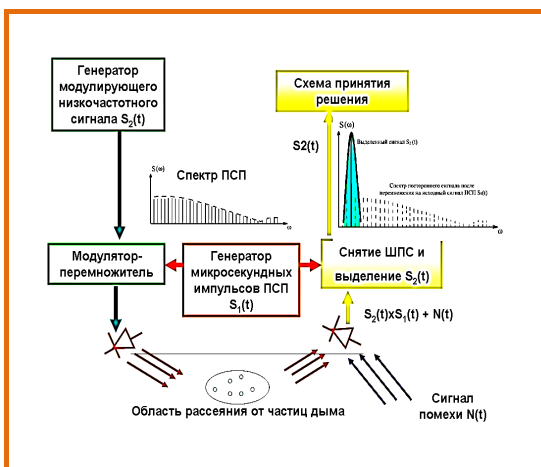


Рис.75. Структурная схема ИПДОТ с открытой оптической системой

В зависимости от периода повторения ПСП он может содержать до нескольких сотен гармонических составляющих.

Для простоты дальнейшей обработки этот ШПС перемножается с модулирующим вспомогательным сигналом $S_2(T)$, имеющим частоту сигнала от десятых долей до единиц кГц. Далее данный сложный широкополосный сигнал поступает на светодиодный излучатель.

На приеме рассеянный частицами дыма сигнал попадает после необходимого усиления на перемножитель-коррелятор. В нем путем перемножения получаемого от фотоприемника сигнала с исходным $S_1(t)$ и последующей узкополосной фильтрации происходит выделение сигнала $S_2(T)$.

Большое значение здесь имеет то, что как в передающем, так и в приемном тракте используется сигнал от одного и того же генератора импульсов. В этом случае можно говорить о когерентной обработке на приеме, когда для демодуляции используется сигнал подобный модулирующему с точностью до фазы φ , что с точки зрения математики имеет большое значение и значительно упрощает процесс обработки.

После узкополосной фильтрации по уровню сигнала $S_2(T)$ по тем или иным критериям можно уже принимать решение об обнаружении пожара и формировать выходной сигнал в требуемом виде.

В данном случае каким бы не был сигнал внешней помехи, хоть от фонарика, хоть от люминесцентных светильников, хоть от солнца, сразу после перемножения в приемном тракте с исходным широкополосным сигналом $S_1(t)$, у него происходит многократное расширение занимаемого им спектра частот, т.к. перемножение широкополосного сигнала с любым отличным от него формирует совсем другой широкополосный сигнал. Такой сигнал внешней световой помехи становится эквивалентным сигналу «белого шума» и не попадает в полосу пропускания узкополосного фильтра, настроенного на выделение сигнала $S_2(T)$, т.е. таким путем происходит снижение его уровня на несколько порядков.

В итоге путем первоначального расширения спектра излучаемого сигнала в передающем тракте с последующей его сверткой в узкополосный сигнал в приемном тракте, имеется возможность исключить воздействие сигналов с отличными от исходных сигналов параметрами. То есть чем шире полоса используемого ШПС по сравнению с полосой пропускания полосового фильтра, выделяющего исходный сигнал $S_2(T)$, тем больше помехоустойчивость к посторонним источникам светового излучения.

Для дополнительной селекции от фоновой засветки сигналов рассеяния от частиц дыма могут использоваться светофильтры, в том числе и поляризационные.

Для повышения обнаружительной способности и защищенности от внешних сигналов при использовании данного принципа работы ИПДОТ может дополнительно использоваться пространственное разнесение оптических каналов (два и более) с взаимокompенсацией мешающих сигналов, т.к. редко когда источник мешающего воздействия будет находиться непосредственно снизу извещателя и ровно по его центру, чтобы одновременно попасть на все фотоприемники сразу и одновременно.

Одним из примеров реализации построения ИПДОТ с открытой оптической системой является комбинированный пожарный извещатель 520-ой серии от немецкого производителя BOSCH,. В его основе лежит извещатель 500-ой серии, разработанный еще в 2004 году.

Все необходимые элементы такого ИПДОТ размещены на одной плате и только для свето- и фотодиодов в корпусе предусмотрены отверстия, которые закрыты крышкой из поликарбоната. Таким образом, мы имеем практически герметичный корпус, куда уже никогда никакая пыль не залетит.

У извещателей такого типа, по определению, отсутствует какое-либо аэродинамическое сопротивление что в несколько раз сокращает время обнаружения возгорания. Размещать такой ИПДОТ можно непосредственно заподлицо с подвесными потолками, что так сегодня ценится, т.к. область контроля у него находится на расстоянии 3-6 см от корпуса. В итоге можно констатировать, что возможность для создания и разработки ИПДОТ с открытыми оптическими системами имеет место. Эта технология позволяет по временным показателям обнаружения дыма при возгорании не только приблизиться к линейным извещателям, но и их даже превзойти.

2.3.4. Извещатели пожарные дымовые линейные работающие на принципе регистрации изменений оптических свойств среды

В основу принципа действия извещателей пожарных дымовых оптико-электронных линейных положен эффект ослабления мощности инфракрасного, ультрафиолетового и видимого спектров светового излучения при его прохождении сквозь задымленное пространство. В этих извещателях излучатель света и фотоприемник конструктивно разделены см. рис. 66.

Ослабление светового потока частицами дыма происходит по закону Бугера–Ламберта:

$$\Phi = \Phi_0 \exp(-\kappa c L),$$

где: Φ , Φ_0 – световой поток выходящий из источника света и достигший приемника; κ – коэффициент пропорциональности (поглощения); c – концентрация дыма; L – расстояние между излучателем и фотоприемником дымового пожарного извещателя.

Другая математическая модель этого физического процесса может определяться соотношением между первичным Φ_0 и вторичным потоками света как:

$$\Phi = \Phi_0 \kappa N V / \lambda 4(1 - \cos \beta),$$

где: N – число частиц дыма в объеме дыма; V – объем частиц; β – угол рассеяния; λ – длина волны.

Ослабление светового потока дымом зависит от свойств частиц дыма и от длины волны применяемого источника светового излучения.

При фиксированном пороге срабатывания оптико-электронных линейных ИП по оптической плотности среды их чувствительность или обнаружительная способность с увеличением расстояния L (в пределах паспортных данных) будет возрастать.

Конструктивно оптико-электронный извещатель дымовой пожарной линейный (ИДПЛ) состоит из блока излучателя (БИ) и блока приемника (БП) (Рис.76). БП формирует извещение «Пожар» при ослаблении дымом инфракрасного излучения сформированного между блоком БИ и БП. При полном перекрытии инфракрасного луча между БИ и БП непрозрачным объектом извещатель выдает извещение «Неисправность».

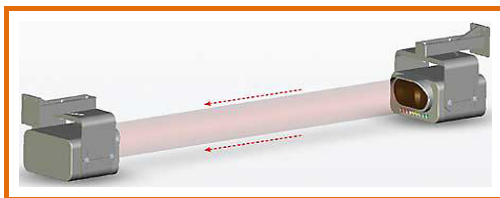


Рис.76. Конструкция дымового оптико-электронного линейного пожарного извещателя

В отличие от точечных дымовых извещателей, у которых имеется зависимость чувствительности от направления и скорости воздушных потоков, «цвета» дыма. Любой линейный дымовой извещатель имеет идеальные характеристики, ввиду отсутствия дымовой камеры и защитной сетки, он контролирует непосредственно оптическую плотность среды на всей протяженности луча.

Основным показателем характеризующим способность ИПДЛ к обнаружению дыма является – параметр чувствительности.

Параметр чувствительности определяется величиной ослабления сигнала от излучателя вызванного увеличением оптической плотности среды - появление дыма. Этот показатель измеряется в децибелах или в процентах с достаточно высокой точностью.

В соответствии с требованиями нормативов [39] значение чувствительности ИПДЛ должно быть не менее 0,4 дБ (что соответствует снижению интенсивности луча ИПДЛ, прошедшего через контролируемую среду, на 9%) и не более 5,2 дБ (70%). Диапазон регулировки чувствительности у ИПДЛ с регулируемой чувствительностью должен быть в пределах не шире от 0,4 до 5,2 дБ.

Возможность регулировки порогов активизации линейного извещателя в широких пределах позволяет адаптировать чувствительность линейного ИП дымового к протяженности защищаемой зоны. В общем случае, при сравнительно небольших дальностях между передатчиком и приёмником рекомендуется выбирать меньшие уровни чувствительности, а при больших дальностях, соответственно, большие уровни.

Если разделить значение установленного порога, выраженного в децибелах на длину контролируемой зоны в метрах, то получим усредненное значение удельной оптической плотности среды, при которой активизируется линейный извещатель.

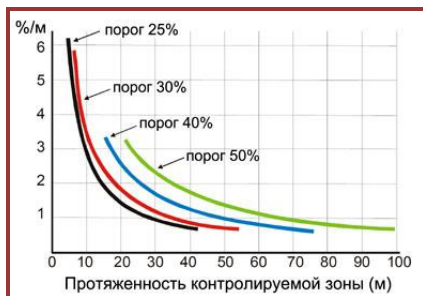


Рис.77. Графики зависимости изменения чувствительности ИПДЛ при изменении протяженности контролируемой зоны

На рис.77, приведены зависимости изменения чувствительности ИПДЛ при изменении протяженности контролируемой зоны в случае постоянной концентрации дыма на протяжении всей трассы прохождения сигнала линейного извещателя.

Оптико-электронный линейный извещатель может контролировать зону протяженностью до 100 м и соответственно площадь до 1000 м². Эти извещатели могут использоваться в помещениях с высотой потолков до 21 м.

Современные линейные извещатели несложны в установке и эксплуатации, имеют несколько фиксированных уровней чувствительности и компенсацию запыления светофильтров. Линейные извещатели, в соответствии с физическим принципом работы, высокоэффективны при обнаружении дыма любого типа.

Практика показала, что применение ИПДЛ целесообразно в помещениях больших размеров, особенно с высокими потолками, они более эффективны, чем точечные дымовые извещатели.

2.3.5. Методы и технологии обнаружения дыма на ранних стадиях горения. Извещатели пожарные дымовые аспирационные

Существует множество моделей развития пожара в зданиях и помещениях. Известно, что на развитие пожара влияет множество факторов, которые являются отправной точкой для, своевременного его обнаружения. Пожар источником, которого послужило тление горючих материалов (длительное время образуются дымы малой концентрации при малом выделении тепла) своевременно обнаружить традиционными точечными (линейными) тепловыми и дымовыми пожарными извещателями проблематично.

В различных типах помещений, где применяется кондиционирование воздуха для поддержания необходимой рабочей температуры и влажности, мо-

жет возникать достаточно интенсивный воздушный поток. Наличие такого потока делает маловероятным обнаружение задымленности с помощью обычных, например, точечных пожарных извещателей, вследствие быстрого удаления задымленного воздуха от очага загорания благодаря интенсивному воздухообмену. Поэтому такие помещения необходимо защищать аппаратурой, альтернативной общепринятым техническим средствам обнаружения загораний. На рис.78 показаны стадии обнаружения пожара различными типами ИП.

Обнаружить пожар на стадии тления горючих материалов или в помещениях с активными конвекционными потоками позволит применение методов с применением аспирационных систем. Суть метода заключается в том, что для обнаружения первичных факторов пожара, дымов малой концентрации, используется специальная техническая система позволяющая производить постоянный принудительный забор воздуха для его постоянного анализа, на предмет наличия дыма. Такая техническая система называется – извещатель пожарный дымовой аспирационный (ИПДА).

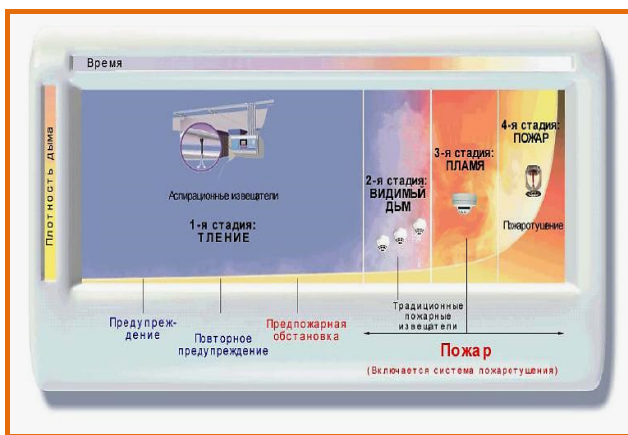


Рис. 78. Стадии обнаружения пожара различными типами извещателей пожарных

Извещатель пожарный (дымовой) аспирационный (ИПДА) – автоматический ИП, обеспечивающий отбор через систему труб с воздухозаборными отверстиями и доставку проб воздуха (аспирацию) из защищаемого помещения (зоны) к устройству обнаружения признака пожара (дыма, изменения химического состава среды).

Расположение элементов аспирационного дымового пожарного извещателя в защищаемом помещении показано на рис. 79.

Конструктивно современный аспирационный дымовой пожарный извещатель состоит из системы трубопроводов (трубок с отверстиями для забора воздуха), которые прокладываются в помещениях, и центрального блока.

В центральном блоке размещаются вентилятор, фильтр очистки воздуха, лазерные дымовые пожарные извещатели (один или два), электронный блок

обработки сигналов с панелью индикации и управления. Система воздухозаборных трубок подсоединена к центральному блоку. Выход центрального блока подключается к ППКП. (Рис. 79, 80).

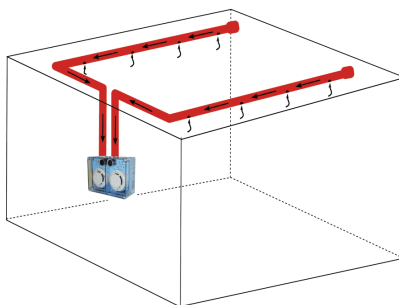


Рис. 79. Расположение элементов аспирационного дымового пожарного извещателя в защищаемом помещении



Рис. 80. Конструкция центрального блока аспирационного дымового пожарного извещателя

На входе в центральный блок установлены воздушные фильтры, очищающие поступающий воздух от пыли. Эти фильтры размещены в съемных прозрачных картриджах, что значительно упрощает контроль их состояния и техническое обслуживание.

В дымовом извещателе, аспирационной системы, в качестве излучателя используется миниатюрный лазер см. рис. 81. Яркость излучения лазера примерно на два порядка выше, чем у светодиода, а фокусировка луча обеспечивает практически полное отсутствие отражений от стенок дымовой камеры.

В результате конструктивных и технических особенностей, лазерный извещатель обеспечивает обнаружение задымления на уровнях удельной оптической плотности примерно в 100 раз меньших, чем современные ИПДОТ.

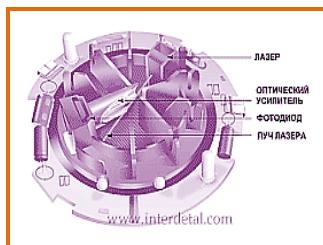


Рис. 81. Расположение элементов ИП дымового

Вся информация о состоянии контролируемого помещения и самой системы отображается на легко читаемых светодиодных индикаторах и может передаваться через порт RS232 на ППКП или АРМ оператора, для анализа событий или тенденций за определенный временной промежуток.

Алгоритм работы аспирационного пожарного извещателя

Через имеющуюся систему трубопроводов расположенных в помещении (Рис. 79) происходит постоянный забор воздуха из контролируемых помещений. Воздух подаётся для анализа к центральному блоку, через фильтры очистки воздуха. Дымовые лазерные ИП определяют наличие частиц дыма в воздушном потоке и формируют электрический импульс для блока обработки сигналов. Блок обработки сигналов (Рис.80 и 82) анализирует сигналы и выдает на панель индикации и управления сигнал «Предупреждение» одновременно отправляет извещение по шлейфу пожарной сигнализации на ППКП. При дальнейшем повышении концентрации дыма в помещении на центральном блоке формируется сигнал индикации «Пожар», и одновременно отправляется извещение на ППКП. Система, в которой применяются два извещателя или используется парная зависимость групп извещателей, обрабатывает первичный сигнал о пожаре в качестве предварительного, а второй – как достоверный сигнал пожара.

Аспирационные извещатели правило являются универсальными и могут подключаться как к адресно-аналоговому контрольному прибору, так и к любому пороговому ПКП.

Аспирационный извещатель позволяет организовать циркуляцию воздуха по замкнутому циклу. В зависимости от условий эксплуатации могут использоваться воздухозаборные трубки из АВС или UPVC пластика, меди, нержавеющей стали. Внутренний диаметр трубки 20 мм. В стандартной конфигурации забор воздуха производится через отверстия диаметром 3 мм, направленные вниз для обеспечения свободного дымозахода. При наличии подвесного потолка основная трубка наращивается капиллярными трубками. Конец воздухозаборной трубки должен быть обязательно закрыт заглушкой с отверстием диаметром 6 мм для обеспечения равномерного поступления воздуха через различные отверстия.

Формирование предварительных сигналов позволяет реализовать сверх-высокую чувствительность аспирационной системы даже при использовании традиционного порогового ПКП.

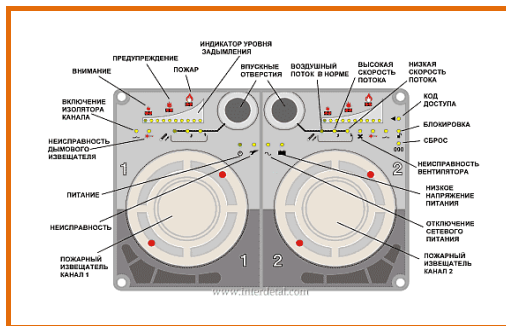


Рис. 82. Центральный блок двухканального аспирационного извещателя (элементы индикации и управления)

Опыт использования аспирационных извещателей как у нас в стране, так и за рубежом показывает, что чувствительность и помехозащищенность таких извещателей выше, чем у традиционных точечных оптико-электронных ДПИ.

Основная характеристика аспирационного извещателя, как и любого дымового извещателя – чувствительность, то есть минимальное значение удельной оптической плотности отобранного воздуха. Она зависит от чувствительности используемого чувствительного элемента – ИП, а также от конструкции системы труб, от числа и размеров отверстий и т.д. Другая важная характеристика аспирационного извещателя – время транспортировки, максимальный промежуток времени, необходимый для доставки пробы воздуха из точки забора в защищаемом помещении к чувствительному элементу.

Аспирационные извещатели согласно существующим стандартам [39] классифицируются по чувствительности на три класса:

класс А – высокой чувствительности (менее 0,035 дБ/м);

класс В – повышенной чувствительности (в интервале от 0,035 до 0,088 дБ/м);

класс С – стандартной чувствительности (более 0,088 дБ/м).

Аспирационные извещатели класса С эквивалентны по чувствительности точечным извещателям. Аспирационные извещатели классов А и В имеют значительно более высокую чувствительность по сравнению с извещателем класса С. Аспирационный дымовой извещатель обеспечивает сверхраннее и достоверное обнаружение широкого спектра дымов.

По конфигурации зоны обнаружения очага пожара, аспирационные пожарные извещатели являются линейными ИП.

Аспирационные ИП по сравнению с точечными и линейными дымовыми имеют ряд преимуществ.

Аспирационные пожарные извещатели имеют функцию предупреждения ложного срабатывания, вызываемого внешними источниками. Это гарантирует

правильность определения степени задымленности, особенно в помещениях с кондиционированием воздуха.

Они обладают функциональной особенностью, которая обеспечивает оптимальную работу в различных условиях эксплуатации. Наблюдение за «средними» характеристиками условий эксплуатации и автоматическая установка порогов тревоги для защищаемой зоны дают возможность системе заранее предупреждать о потенциально опасной ситуации и одновременно уменьшают опасность возникновения ложных тревог.

Аспирационные пожарные извещатели позволяют обнаруживать задымления в условиях, когда обнаружение дыма затруднено, т.е. в помещениях, имеющих большую площадь, высокие потолки, – торговых центрах, ангарах для самолетов, холодильных помещениях, спортивных залах.

Оборудование аспирационных систем может устойчиво функционировать в условиях с жесткими окружающими средами, т. е. в помещениях с повышенным уровнем загрязнения окружающей среды или экстремальными климатическими характеристиками, так как система заборного трубопровода и непосредственно чувствительный элемент извещателя могут быть установлены в разных помещениях.

В ряде разработок имеется возможность объединять аспирационные пожарные извещатели в сеть – это «замкнутая» телекоммуникационная сеть, не требующая дополнительного оборудования. Она связывает извещатели, дисплеи, программаторы, дистанционные блоки и источники питания, соединенные последовательно в кольцо по конфигурации, выбранной заказчиком. Сеть позволяет программировать множество устройств из одного или более мест и автоматически определять неисправность. Она может быть также подключена к внешним системам, таким как системы управления зданием, которые способны работать в сети.

Широкий диапазон чувствительности аспирационных пожарных извещателей предполагает их оптимальную настройку для разнообразных условий эксплуатации. Диапазон чувствительности 0,005,20% (об.) предусматривает установку до четырех различных уровней тревоги, в соответствии с увеличением степени задымления. «Внимание» – предусматривает местную индикацию с индицированием фазы развития пожара. «Опасность» – выдача сигналов на пульт в помещение пожарного поста защищаемого объекта, где находится персонал, ведущий круглосуточное дежурство. «Пожар 1» – выдача сигнала на пульт централизованного наблюдения с выездом команды. «Пожар 2» – отключение электричества. Устройства имеют встроенный журнал регистрации событий и дистанционный дисплей, позволяют осуществлять разнообразные способы монтажа, имеют простые схемы подключения к приемно-контрольным приборам.

Благодаря широкому диапазону чувствительности, наличию нескольких уровней сигналов тревоги и отслеживанию нарастания опасной концентрации продуктов горения аспирационные пожарные извещатели при включении их в систему пожаротушения позволяют не опасаться за несанкционированное или излишне раннее срабатывание систем пожаротушения. При правильном расчете необходимого количества и мест расстановки аспирационных пожарных извещателей возможно их использование для обеспечения раннего оповещения о пожаре.

Аспирационные пожарные извещатели могут эффективно применяться для обеспечения самого раннего обнаружения пожара, например, в помещениях с дорогостоящей аппаратурой – машинных залах, телекоммуникационных помещениях, помещениях с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, помещениях автоматических телефонных станций, госпиталях, больницах, помещениях с особо чистой окружающей средой.

Изложенные в данном разделе методы и технологии обнаружения пожара по информационным характеристикам связанными с дымообразованием, позволяют своевременно и с большой достоверностью обнаруживать пожары, при условии строгого выполнения рекомендаций производителя по применению соответствующего типа и класса извещателей пожарных и методик размещения пожарных извещателей в зонах пожарной опасности [39,43], см. Приложение 2,3,4,10.

2.4. Методы и технологии обнаружения пожара основанные на принципах регистрации электромагнитных излучений и низкочастотных пульсаций среды, генерируемых очагом горения

Существуют такие классы пожаров когда при горении или очень мало или полностью отсутствует выделение дыма. Обнаружение таких пожаров на ранней стадии по информационным характеристикам дыма осложнено или невозможно. В этих случаях используют пожарные извещатели реагирующие на спектры электромагнитных излучений – пламя очага горения.

2.4.1. Спектры электромагнитных излучений пламени. Методы и технологии обнаружения спектров излучений пламени

Оптический диапазон электромагнитных излучений в зависимости от длины волны подразделяют на (Рис.83):

ультрафиолетовый ($0,01 \div 0,38 \text{ мкм}$);

видимый ($0,38 \div 0,77 \text{ мкм}$);

инфракрасный ($0,77 \div 340 \text{ мкм}$).

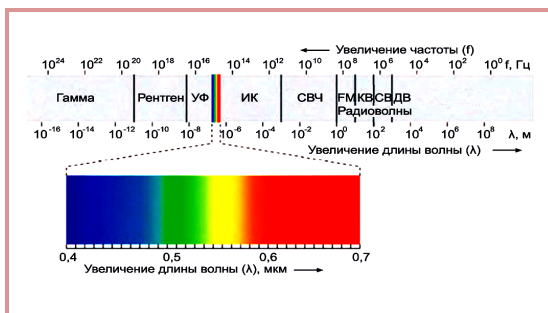


Рис 83. Спектры электромагнитных излучений

Известно, что пожар всегда сопровождается процессами возникновения электромагнитного излучения пламени в оптическом диапазоне, той или иной степени интенсивности.

Научно и экспериментально доказано, что излучение очага пожара в зависимости от температуры горения и вида химической реакции имеет разный спектральный состав и состоит из:

а) сплошного излучения, создаваемого в основном за счёт нагревания различных твёрдых и жидких частичек, образующихся над очагом пожара при неполном сгорании (частички сажи, пары воды);

б) излучение веществ, которые содержат мелкодисперсный металл (алюминий, магний и т.п.) имеет значительную интенсивность в ультрафиолетовом диапазоне спектра;

в) излучения линейчатого спектра, который образуется в результате взаимодействия между молекулами в пламени (химическая реакция). Состав данного излучения зависит от вида горючего вещества и окислителя (Рис 84).

г) отдельных линий спектра, образующихся в результате электронных переходов в атоме под действием внешней энергии (тепло-химической реакции).

Сгорание углеводородов сопровождается ИК излучением, достигая максимума на длине волны 2,7 мкм и 4,3 мкм. Длина волны 4,3 мкм соответствует максимуму излучения раскаленного углекислого газа в процессе сжигания углеводородов. При горении водорода и металлов, которые не являются органическими, излучение происходит в ИК диапазоне на длине волны 2,7 мкм и в УФ-диапазоне на 0,1–0,35 мкм. Уровень ИК-излучения напрямую связан с величиной температуры. Все предметы с температурой выше абсолютного нуля (273,15 °С) излучают энергию в ИК-диапазоне за счет молекулярного движения.

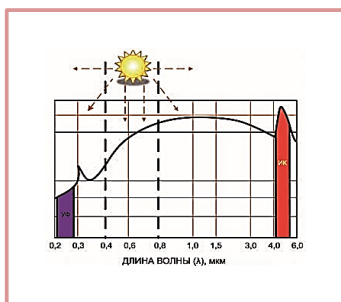


Рис 84. Спектр электромагнитных излучений очага горения углеводородов

Кроме определённого вида спектра, излучение пламени имеет одну особенность – пульсирующий характер. Это явление вызывает колебания воздушной среды. Как показали эксперименты, частота пульсаций пламени находится в пределах 5÷ 40Гц с наиболее вероятной частотой около 25–30 Гц и составляет примерно 20–30% всей интенсивности излучения.

Таким образом, установлено что, к информационными характеристиками пламени, которые можно регистрировать с целью обнаружения пожара можно отнести:

акустические пульсации воздуха с частотой $5 \div 40 \text{ Гц}$;
ультрафиолетовый спектр электромагнитных излучений $0,1-0,35$;
инфракрасный спектр электромагнитных излучений $2,7-4,3$;
видимый спектр электромагнитных излучений излучения.

Обращаясь к графической модели развития и обнаружения пожара в помещении представленной ранее на рис.2 можно отметить, что поток регистрируемый приемником излучения Φ_r определяется величиной потока излучения, прошедшего непосредственно от источника пожара – Φ_c и потока рассеянного частицами среды и падающего на приемник – Φ_s .

Для обнаружения пожара по электромагнитным излучениям, генерируемых очагом пожара, разработаны и применяются технологии, при которых используются физические принципы:

внешнего фотоэффекта (счётчики фотонов или газонаполненные индикаторы);
внутреннего фотоэффекта (фоторезисторы и фотодиоды).

Внешним фотоэффектом (фотоэлектронной эмиссией) называется испускание электронов веществом под действием электромагнитных излучений.

Внешний фотоэффект наблюдается в твердых телах (металлах, полупроводниках, диэлектриках), а также в газах на отдельных атомах и молекулах (фотоионизация).

На рис.85 показана модель устройства поясняющая принцип внешнего фотоэффекта. Электроны, вылетающие из вещества при внешнем фотоэффекте, называются фотоэлектронами, а электрический ток, образуемый ими при упорядоченном движении во внешнем электрическом поле, называется фототоком.

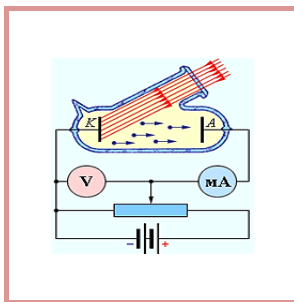


Рис. 85. Внешний фотоэффект (газонаполненный индикатор)

Законы внешнего фотоэффекта:

фототок насыщения пропорционален световому потоку, падающему на металл: $I_n \sim \Phi$;

кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит от его частоты;

для каждого вещества существует определенное значение частоты ν_0 , называемое красной границей фотоэффекта;

фотоэффект имеет место только при частотах $\nu > \nu_0$; если же $\nu < \nu_0$, то фотоэффект не происходит при любой интенсивности света;

фотоэффект безынерционен; с начала облучения металла светом до начала вылета фотоэлектронов проходит время $t < 10^{-9}$ с.

Приборы, в основе принципа действия которых лежит фотоэффект, называются фотоэлементами. Фотоэлементы, использующие внешний фотоэффект, преобразуют энергию излучения в электрическую лишь частично. Так как эффективность преобразования небольшая, то в качестве источников электроэнергии фотоэлементы не используют, но зато применяют их в различных схемах автоматики.

На рис. 86 представлена вольт-амперная характеристика вакуумного фотоэлемента.

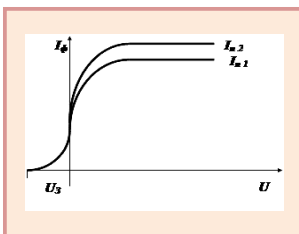


Рис. 86. Вольт-амперная характеристика вакуумного фотоэлемента

Особенности вольт-амперной характеристики:

а) при увеличении напряжения U между анодом и катодом фототок I_F достигает насыщения (с увеличением освещенности ток насыщения возрастает);

б) существует такое значение задерживающей разности потенциалов U_z , при котором фототок прекращается. Электроны перестают достигать анода, когда работа задерживающего электрического поля становится равной их начальной кинетической энергии:

$$eU_z = \frac{mv^2}{2},$$

где: e , m и v — это заряд, масса и скорость электрона соответственно.

Внутренним фотоэффектом называется перераспределение электронов по энергетическим состояниям в твердых и жидких полупроводниках и диэлектриках, происходящее под действием электромагнитных излучений. Фотопро-

проводимостью называется увеличение электрической проводимости вещества под действием излучения.

Внутренний фотоэффект – является разновидностью внутреннего фотоэффекта, – это возникновение фото-ЭДС при освещении контакта двух разных полупроводников или полупроводника и металла (при отсутствии внешнего электрического поля).

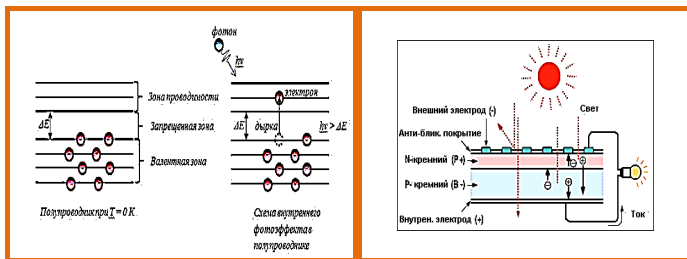


Рис. 87. Влияние света на перераспределения электронов по зонам полупроводника

На рис. 87 показан порядок перераспределения электронов по зонам полупроводника при его освещении. Если энергия кванта $h\nu$ падающего света превышает ширину запрещенной зоны в диэлектрике или полупроводнике, то электрон, поглотивший квант, переходит из валентной зоны в зону проводимости. В результате этого перехода образуется пара носителей: в зоне проводимости электрон, а в валентной зоне – дырка. Таким образом, в зоне проводимости появляются носители заряда, и при включении полупроводника в цепь по ней будет протекать ток или при приложении внешнего электрического поля будет протекать ток, изменяющийся в зависимости от освещенности.

Внутренний фотоэффект приводит к изменению концентрации носителей в зоне проводимости и возникновению фото-ЭДС.

На рис. 88 показана вольт-амперная характеристика фотоэлемента на основе полупроводника.

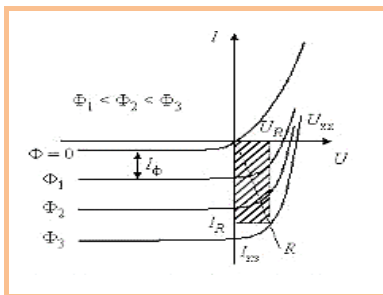


Рис. 88. Вольт-амперная характеристика p-n в отсутствии Освещения ($\Phi = 0$) и при воздействии света ($\Phi_1 \Phi_2 \Phi_3$)

На использовании внутреннего фотоэффекта основано действие фотоэлементов – устройств, преобразующих световую энергию в электрическую, или изменяющих свои свойства под действием падающего света. Пример простейшего фотосопротивления представлен на рис. 87 – это пластинка из диэлектрика, покрытая тонким слоем полупроводника, на поверхности которого укреплены токопроводящие электроды. При освещении пластинки возникает фотопроводимость, и в цепи, где включены фотосопротивления, идет ток.

В технологиях обнаружения пожаров по наличию электромагнитных излучений очага горения применяются физические принципы как внутреннего, так и внешнего фотоэффектов.

При разработке устройств обнаружения электромагнитных излучений пламени, необходимо определить:

вид спектрального излучения очага пожара и его прогнозируемую интенсивность;

спектры паразитных излучений (помехи);

ингибиторы;

обеспечить селективное выделение полезного сигнала на фоне помех.

Пожары по спектральным характеристикам излучений очага горения обнаруживают с применением извещателей пожарных пламени см. рис 89.

Извещатель пожарный пламени (ИПП) – автоматический пожарный извещатель, реагирующий на пламя или тлеющего очага горения.

Чувствительный элемент такого пожарного извещателя – это параметрический преобразователь, реагирующий на электромагнитное излучение пламени в инфракрасном, видимом или ультрафиолетовом диапазоне длин волн.

Конструктивно простейший ИПП представляет собой устройство в корпусе которого объединены основные элементы – фотоприёмник (оптическая система и фотоэлементы) и блок обработки сигналов (избирательный усилитель) рис 89.



Рис.89. Конструкция извещателя пожарного пламени

Для того чтобы очаг пожара был обнаружен извещателем пламени, в общем случае необходимо выполнение следующих условий:

очаг пожара должен находиться в пределах области обзора ИПП на расстоянии, не превышающем границы области чувствительности извещателя;

чувствительность ИПП должна быть достаточной для регистрации разницы температур поверхности очага и фона.

Необходимая чувствительность извещателя зависит от расстояния, типа источника возгорания, температуры горения материалов и времени, требуемого для установления теплового равновесия пламени.

Выражение для дальности обнаружения очага пожара определенным извещателем пламени для конкретного вида горючего материала и заданной площади возгорания имеет вид:

$$L_{max} = \sqrt{\frac{\tau_0 S_{об} \varepsilon \cos \alpha \cos \varphi K \sigma T^4}{\pi B \Phi_{min}}} [Z(\lambda_2/\lambda_m) - Z(\lambda_1/\lambda_m)],$$

где: $S_{об}$ – рабочая площадь поверхности оптической системы чувствительного элемента; S – площадь очага возгорания; ε – спектральный коэффициент излучения; K – коэффициент, учитывающий спектральный состав лучистого потока, излучаемого пламенем, спектральные характеристики чувствительного элемента и пропускания атмосферы; σ – постоянная Больцмана; T – температура пламени; ΦB_{min} – минимальный поток, который можно обнаружить (предельная чувствительность); B – коэффициент пропорциональности ($B > 1$) между потоком излучения и предельной чувствительностью $\varphi_\alpha = B_x \Phi_{min}$; $Z(\lambda/\lambda_m)$ – функции, учитывающие свойства оптических приборов в зависимости от спектра излучения ($\lambda_1 - \lambda_2$); λ_m – длина волны, соответствующая максимуму спектральной интенсивности плотности лучистого потока; α – угол между нормалью N к элементарной площадке dS и оптической осью чувствительного элемента; φ – угол рассогласования.

На основании этого выражения можно сделать важный вывод о том, что дальность обнаружения очага возгорания для определенного извещателя пламени всегда пропорциональна корню квадратному из величины площади очага возгорания.

$$L_{max} = \sqrt{\frac{\tau_0 S_{об} \varepsilon \cos \alpha \cos \varphi K \sigma T^4}{\pi B \Phi_{min}}} [Z(\lambda_2/\lambda_m) - Z(\lambda_1/\lambda_m)] * \sqrt{S} = K * \sqrt{S}$$

Поэтому, имея для данного пожарного извещателя значение его предельной дальности обнаружения стандартного очага возгорания, всегда можно рассчитать дальность обнаружения очага возгорания другой площади. Так, для определенного пожарного извещателя при всех прочих равных физических условиях будет справедлива следующая пропорция:

$$\frac{L_{max\ test}}{\sqrt{S_{test}}} = \frac{L_{max\ n}}{\sqrt{S_n}} \text{ ИЛИ } \frac{L_{max\ test}}{L_{max\ n}} = \sqrt{\frac{S_{test}}{S_n}}$$

где: $L_{max\ test}$ – максимальная дальность обнаружения пламени тестового очага возгорания для данного типа извещателя; S_{test} – площадь тестового очага возгорания; $L_{max\ n}$ – максимальная дальность обнаружения пламени очага возгорания площадью для данного типа извещателя; S_n – площадь очага возгорания.

Каждый извещатель пламени обладает такой характеристикой как угол обзора, обусловленным физическими свойствами чувствительного элемента и механической конструкцией самого извещателя. Угол обзора в пространстве образует так называемую область обзора, которая в геометрической интерпретации для большинства извещателей пламени представляет собой конус, в вершине которого расположен чувствительный элемент извещателя. За пределами этой области детектирование пламени невозможно. Любой извещатель пламени имеет максимальную чувствительность вдоль его центральной оптической оси, которая уменьшается при отклонении источника излучения от этой оси и на границе области обзора большинства извещателей пламени составляет около 50% от максимального значения. Эта особенность влияет на форму области чувствительности извещателя.

Граница области чувствительности представляет собой поверхность, форма которой заявляется производителем, и является результатом тщательных тестовых испытаний извещателя со стандартными очагами возгорания. Удаленность этой границы от извещателя определяется его дальностью обнаружения очага возгорания определенной площади для заданного типа горючего вещества.

Границы областей чувствительности для очагов возгорания иных размеров всегда могут быть найдены на основании данных, полученных при тестовых испытаниях извещателя путем их пересчета согласно закону о пропорциональной зависимости максимальной дальности обнаружения от корня квадратного из величины площади очага возгорания.

Область чувствительности находится внутри области обзора извещателя. Геометрическое каплеобразное тело, образующееся в результате пересечения этих областей, называется областью обнаружения извещателя пламени (Рис.90).

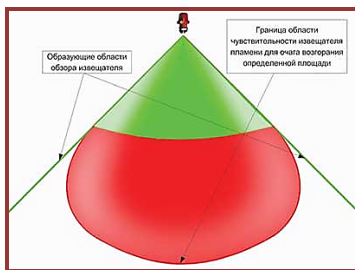


Рис.90 . Внешний вид области обнаружения извещателя пожарного пламени

Фигура, образуемая в сечении любой плоскости с областью обнаружения, представляет собой зону обнаружения извещателя в этой плоскости. Построение зон обнаружения в горизонтальных плоскостях предполагаемых оча-

гов возгорания дает возможность оценить правильность установки, ориентацию и эффективность того или иного извещателя пламени.

Зона обнаружения, в плоскости которой лежит центральная оптическая ось извещателя пламени, называется осевой зоной обнаружения.

В технических характеристиках на извещатель пламени геометрические особенности его области обнаружения обычно указываются в виде табличных данных или в виде диаграмм осевых зон обнаружения. Если область обнаружения симметрична относительно оптической оси извещателя, то для ее представления достаточно показать диаграмму только одной осевой зоны обнаружения.

В качестве примера на рис. 91 приведена диаграмма осевой зоны обнаружения обычного извещателя пламени, которая дает полное представление о форме, симметричной пространственной области обнаружения. Зелеными линиями на рисунке отмечена зона обзора извещателя в осевой плоскости. Красная линия является границей зоны, форма и расположение которой для данного извещателя, как мы уже знаем, всегда зависят от вида горючего вещества и размеров очага возгорания.

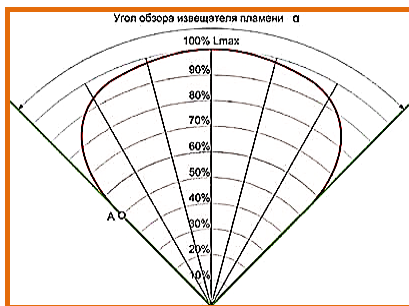


Рис.91. Диаграмма осевой зоны обнаружения извещателя пожарного пламени

При проектировании систем пожарной безопасности на базе извещателей пламени, как правило, всегда требуется показать область пространства, в которой данный извещатель гарантированно реагировал бы на очаг возгорания определенной площади. В общем случае, в зависимости от взаимного расположения конуса обзора и плоскости прогнозируемого очага пожара, граница зоны обзора (сечение) может быть окружностью, эллипсом, параболой, прямой линией или точкой.

Типичный случай, когда граница зоны обзора представляет собой эллипс (Рис.92), на рисунке эта зона заштрихована.

По диапазонам обнаружения спектров электромагнитных излучений, воспринимаемого чувствительным элементом ИП пламени подразделяются на:

- ИПП – ультрафиолетового излучения;
- ИПП – инфракрасного спектра излучения;
- ИПП – видимого спектра излучения;
- ИПП – многодиапазонные.

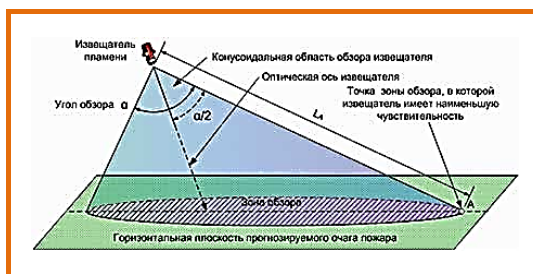


Рис.92. Зона обзора чувствительности извещателя пламени

Многодиапазонные извещатели пламени – это приборы, реагирующие на электромагнитное излучение пламени в двух или более участках спектра.

Большинство извещателей пожарных пламени являются оптическими, электронными преобразователями, настроенными для обнаружения ультрафиолетового (УФ) и/или инфракрасного (ИК) излучения, которые находятся за пределами видимого солнечного спектра.

УФ извещатели пожарных пламени и ИК – извещатели пожарных пламени имеют ряд общих характеристик:

они являются устройствами, работающими в зоне «прямой видимости» (типичная зона обнаружения ИПП представляется в виде конуса, с углами обзора $\pm 45^\circ$ относительно оптической оси);

излучение передается со скоростью света, следовательно, извещатели пламени являются устройствами для быстрого обнаружения открытых очагов пожара;

извещатели УФ и ИК настроены на выбранные полосы длин волн излучения (оптическая система с полосовым фильтром обеспечивает прием излучения извещателем только в выбранной узкой полосе частот);

мощность принятого излучения PR извещателей УФ и ИК пропорциональна площади очага S и обратно пропорциональна расстоянию D до очага в квадрате: $PR = S/D^2$;

у извещателей УФ и ИК фактическая дальность обнаружения очага зависит от чувствительности извещателя и алгоритмов обработки информации и в широких пределах варьируется в зависимости от использованных производителем технологий.

В прикладных задачах обнаружения пожара спектры излучения пламени требуется обнаружить на фоне помех, создаваемых естественным и искусственным освещением объекта, индустриальными помехами и влияния ингибиторов. К основным помехам относятся:

- солнечное излучение (Рис. 93);
- излучения ламп накаливания;
- рентгеновские и гамма излучения;
- грозовые разряды (молнии);

дуговая сварка и др.

Естественное освещение определяется спектром излучения солнца, прошедшего через атмосферу. В закрытых помещениях свет проходит через стекло, которое не пропускает УФ-излучения короче 0,33 мкм.

Искусственное освещение – лампы накаливания имеют сплошной спектр за исключением специальных светильников УФ излучения.

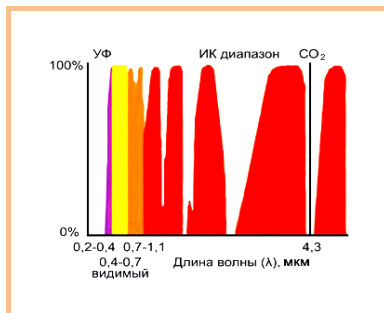


Рис.93. Спектр солнечного излучения

Защита ИПП от нежелательных спектров излучения осуществляется следующими способами:

- изменением чувствительности к определённым спектрам излучений;
- изменением алгоритмов обработки полезных сигналов;
- оптической фильтрацией;
- электрической фильтрацией (Рис. 94).

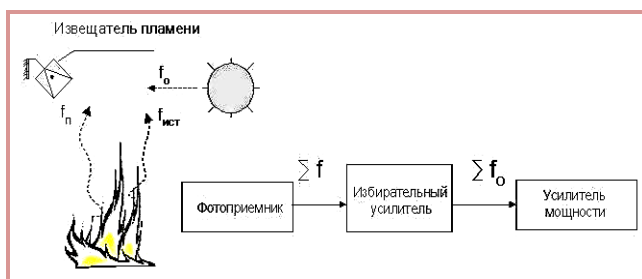


Рис. 94. Принцип электрической фильтрации при обнаружении пламени ИП:

f_n – частота излучений пламени; $f_{ист}$ – частота естественного освещения;
 f_0 – частота искусственного источника света

Влияние ингибиторов на характеристики интересующих нас спектров излучения представлено в таблице на рис.95.

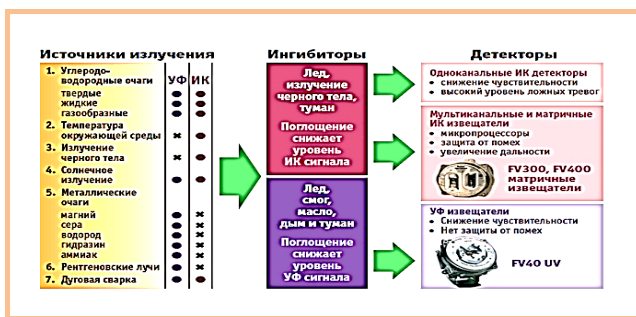


Рис.95. Влияние ингибиторов на обнаружение ИК и УФ излучений пожарными извещателями

2.4.2. Извещатели пожарные пламени ультрафиолетового диапазона

В извещателях пожарных работающих ультрафиолетовом диапазоне спектра применяются счетчики фотонов или газонаполненные индикаторы. Эти элементы обладают большей чувствительностью и работают по принципу внешнего фотоэффекта. Элементы работают в импульсном режиме и электронные схемы построены по принципу обработки информации о количестве поступающих импульсов от очага пожара. При незначительном излучающем фоне фотоэлементы генерируют небольшое количество импульсов в единицу времени, но при возникновении пожара резко возрастает поток фотонов и фотоэлементы генерируют достаточное количество импульсов для срабатывания извещателя. Схемы обработки импульсов могут быть накопительные (т.е. производится аккумуляция импульсов в конденсаторе до определенной величины) или цифровые, т.е. извещатель срабатывает при подсчете определенного количества импульсов за заданное время.

Есть серьезные ограничения, связанные с работой извещателей в УФ диапазоне. Но для некоторых систем обнаружение очагов пожара в ультрафиолетовом спектре является оптимальным. Так коротковолновое УФ излучение солнца поглощается в атмосфере Земли благодаря наличию озона, соответственно в этой части диапазона УФ извещатели пламени могут работать без помех от излучений солнца.

УФ – извещатели пожарные по сравнению с ИК устойчивы к формированию ложных тревог на объектах с высокой температурой окружающей среды, т.е. с высоким уровнем ИК-излучения. Выпускаются специальные УФ-извещатели пламени, которые могут работать при температуре окружающей среды порядка 110° С.

Принципы УФ-детектирования делают пригодными для обнаружения как углеводородных очагов горения, так и реже встречающихся очагов с присутствием горения металла.

ИПП на принципе УФ-детектирования имеют высокое быстродействие, но это значительно увеличивает вероятность ложных тревог. Преимущество в

быстродействию может быть реализовано, только если предприняты дополнительные меры, чтобы минимизировать внешние помехи и снизить ложные тревоги до приемлемого уровня.

Вместе с тем существуют и ограничения данного метода обнаружения пламени, которые необходимо учитывать при применении УФ-детектирования.

Эти ограничения связаны со следующими положениями:

а) повышенной чувствительностью ИПП (УФ-детектирования) к электрической дуге, рентгеновским лучам, грозовым разрядам и т.д. – эти факторы является источником ложных тревог;

б) влиянием ингибиторов: такие факторы как загрязнение окна оптической системы ИП, туман, масляный туман или плёнка, снег, дождь, дым, углеводородные пары, снег, водяная пленка или лед будут вызывать затухание сигналов УФ диапазона и затруднять их достоверное обнаружение ИПП (Рис. 89).

в) фотоэлементы, используемые для обнаружения УФ-излучения, требуют сравнительно высокого токопотребления, что является проблемой при разработке взрывозащищенного оборудования с искробезопасной цепью.

2.4.3. Извещатели пожарные пламени инфракрасного диапазона

Пожарные извещатели, реагирующие на ИК излучение пламени очага загорания по принципу действия разделяются на три вида:

извещатели, реагирующие на эффект пульсации (мерцания) ИК излучения пламени обнаруживаемого очага загорания;

извещатели, реагирующие на постоянную составляющую пламени;

извещатели, реагирующие на информационное излучение в различных диапазонах спектра ИК излучения.

По технологиям и алгоритмам сбора и обработки информации ИПП – инфракрасного спектра излучения бывают:

одноканальные;

двухканальные.

Одноканальные извещатели пожарные пламени ИК-диапазона

Как уже отмечалось ранее, горение углеводородов формирует характерный спектр излучения, который показан раньше на рис. 78. Два основных максимума присутствуют на длине волны 2,7 мкм (излучение водяного пара H_2O) и на 4,3 мкм (излучение CO_2). Безуглеводородные очаги, например, металлические, не выделяют углекислый газ в процессе сгорания. Для обнаружения таких пожаров лучше подходят ИК-извещатели пламени, работающие на длине волны 2,7 мкм. Эффективность ИК-обнаружения значительно повышается при определении наличия мерцания пламени, которое наблюдается при развитии очагов. Большинство одноканальных извещателей пламени определяет наличие пламени по мерцанию излучения в диапазоне частот от 1 Гц до 20 Гц. Определение мерцания пламени позволяет снизить вероятность ложной тревоги ИК-

извещателей пламени в присутствии нагретых предметов – излучения «черного тела». Хотя идентификация мерцания имеет важное значение для инфракрасного извещателя пламени, но этого недостаточно, чтобы полностью исключить ложные тревоги.

Необходимо отметить что ИК – извещатели пожарные по сравнению с УФ устойчивы к формированию ложных тревог от излучений солнца «Солнечный слепой» (запатентованная технология фильтрации ThornSecurity).

ИПП ИК-спектра, как правило, не чувствительны к дуговой сварке и к рентгеновским лучам. В случае наличия в поле зрения излучателя стационарного излучения «черного тела» применяется анализ мерцания, что устраняет ложные срабатывания.

Современные ИК-извещатели характеризуются низким энергопотреблением, что позволяет их включать в 2-проводные шлейфы. ИК-извещатели во взрывобезопасном исполнении с защитой типа «искробезопасная цепь» могут использоваться в зонах класса 0 для защиты опасных зон, связанных с углеводородным топливом.

К недостаткам одноканальных ИПП ИК-спектра можно отнести перечисленные ниже факторы:

одноканальный ИК-извещатель пламени, который не использует специальные методы фильтрации излучения, не является «солнечным слепым»; их можно использовать только в помещениях, где нет ни прямого солнечного света, ни отраженного солнечного света, попадающего на оптическую систему извещателя.

одноканальные ИК-извещатели могут быть подвержены влиянию модулированного излучения «черного тела» в зоне контроля извещателей, что приводит к возможности генерации ложных тревог или пропуска сигнала; источником такого излучения может являться включенное оборудование, которое вырабатывает достаточное количество тепла и возникновение реального очага может быть пропущено в этих условиях.

из-за потенциального риска ложных срабатываний чувствительность и, следовательно, дальность одноканальных извещателей ИК пламени ограничена.

одноканальные ИК-извещатели пламени обычно не имеют средств для мониторинга чистоты окна и, таким образом, работоспособность извещателя не контролируется между плановым техническим обслуживанием.

Двухканальные извещатели пожарные пламени ИК-диапазона

Рассмотренные выше одноканальные ИК-извещатели пламени обрабатывают принятый сигнал, на предмет наличия мерцания. В основном мерцание наблюдается при горении органических и углеводородных очагов, которые имеют свободный приток кислорода. Если мерцание вызвано чем-то другим, а не реальным источником пожара, то одноканальный извещатель ИК может дать ложное срабатывание.

Чтобы преодолеть эту проблему, были разработаны двухканальные ИК-извещатели с дополнительным ИК-преобразователем (фотоэлементом), на длине волны которого измеряется уровень фона ИК-излучения в поле зрения извещателя. Преобразователь второго ИК канала работает на другой длине волны и не реагирует на излучение в диапазоне максимума спектра CO_2 . Сигналы от двух ИК-сенсоров обрабатываются по алгоритмам с использованием технологии сигнальных процессоров, и извещатель формирует достоверные сигналы тревоги. В этих извещателях выполняются следующие операции:

- определение отношения уровня фона в опорном канале к уровню в диапазоне излучения CO_2 ;

- относительная амплитуда принимаемого сигнала каждого канала;

- частота мерцания каждого канала извещателя;

- корреляция между преобразователями.

Преимуществами такой технологии обнаружения пожара являются:

- низкий уровень ложных тревог – двухканальный ИК-извещатель пламени формирует меньше ложных тревог, чем любой одноканальный извещатель УФ или ИК-диапазона;

- двухканальные ИК-извещатели пламени, как правило, имеют иммунитет к дуговой сварке и рентгеновским лучам. Они «солнечно слепые» и используют анализ мерцания для уменьшения ложных тревог от источников «чёрного тела»;

- повышенная устойчивость двухканальных извещателей ИК пламени к ложным тревогам от помеховых источников позволяет установить более высокую чувствительность и, следовательно, обеспечить большую дальность обнаружения, чем у одноканального ИК-извещателя;

- двухканальные ИК-извещатели пламени, имеют меньшее токопотребление в сравнении с извещателями УФ-диапазона. Это снижает затраты на установку и определяет возможность выпуска искробезопасных проводных модификаций.

К недостаткам двухканальных ИК-извещателей можно отнести:

- потерю чувствительности (в некоторых случаях) – поскольку двухканальный ИК-извещатель работает по совмещенному сигналу, полученному от опорного канала от фонового сигнала, возможна потеря чувствительности извещателя на объектах, где присутствует высокий фоновый инфракрасный сигнал;

- двухканальные ИК-извещатели пламени не обнаруживают металлические и неорганические очаги пожаров;

- как и другие ИК-извещатели, двухканальные ИК-извещатели пламени не подходят для работы в условиях высоких температур (в отличие от УФ). Максимальные рабочие температуры ИК-извещателей 70–80 °С.

2.4.4. Извещатели пожарные пламени УФ/ИК диапазона

Комбинация технологий обнаружения с использованием УФ-канала и ИК-канала может облегчить решение некоторых проблем, но такое сочетание сенсоров имеет определенные ограничения обнаружения (Рис.96). Требуется анализ каждого применения, чтобы было выбрано наилучшее доступное сочетание каналов обнаружения.

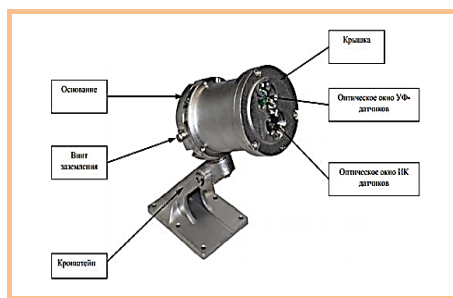


Рис.96. Конструкция комбинированного ИПП УФ/ИК диапазона

Преимуществами применения комбинированных ИПП для обнаружения пожара являются их возможности к снижению ложных тревог – использование УФ/ИК-сенсоров позволяет исключить ложные тревоги от одного помехового источника, будь то ИК или УФ-излучение. Чтобы минимизировать этот риск, УФ/ИК-извещатели часто имеют возможность выбора режима работы в зависимости от типа защищаемого объекта.

В качестве недостатков, которые ограничивают возможности применения ИПП такого типа, можно отметить что:

применение УФ/ИК-извещателей требует тщательного рассмотрения. При проектировании системы должны быть учтены все источники ложных тревог в УФ и ИК-диапазонах. Необходимо обеспечить условия, чтобы эти источники не возникали одновременно;

дальность обнаружения очага извещателем пламени УФ/ИК в режиме совпадения определяется по каналу с наименьшей дальностью;

необходимо уделять внимание влиянию любых ингибиторов, которые могут препятствовать распространению излучения, в частности, в УФ-диапазоне длин волн, а выбранный диапазон работы извещателя пламени будет иметь значительное влияние на количество извещателей, необходимых для обеспечения адекватного покрытия контролируемой площади;

высокая стоимость – извещатели пламени УФ/ИК содержат два различных преобразователя с различными технологиями и очевидно, будут дороже однодиапазонных извещателей.

По чувствительности к пламени ИПП подразделяют на четыре класса:

- 1-й класс – расстояние 25 м;
- 2-й класс – расстояние 17 м;
- 3-й класс – расстояние 12 м;
- 4-й класс – расстояние 8 м.

По конфигурации зоны обнаружения очага пожара, извещатели пожарные пламени являются точечными.

Анализ изложенных в данном разделе методов и технологий обнаружения пожара показывает, что при выборе того или иного типа пожарного извещателя пламени для работы в конкретных условиях следует обязательно учитывать изложенные ниже положения.

Инфракрасные извещатели пламени могут применяться только для обнаружения пожаров углеродсодержащих веществ. Они не должны применяться для обнаружения горения веществ, не содержащих углерод, например, таких как водород, сера или горючие металлы.

Ультрафиолетовое излучение достаточно интенсивно поглощается дымом, загрязняющими веществами, присутствующими в атмосфере и на оптической системе пожарного извещателя, а также газами и парами многих горючих веществ, среди которых можно отметить, например, аммиак, анилин, ацетон, бензол, бутиламин, дихлорбензол, ксилин, метилакрилат, метил метакрилат, нитробензол, нитрометан, нитроэтан, нитропропан, пентанол, сероводород, стирол, толуол, трихлорэтилен, фенол, хлорбензол, этанол и др.

Инфракрасные извещатели пламени уменьшают свою чувствительность и могут выработать ложный сигнал тревоги в присутствии мощного модулированного излучения от источников тепловой энергии.

Ультрафиолетовые извещатели пламени чувствительны к рентгеновским лучам, гамма-излучению и излучению, возникающему при электродуговой сварке, разряде молнии и высоковольтной дуге. Эти виды излучений могут стать причиной ложного срабатывания данного типа извещателей.

В поле зрения извещателей пламени не должны находиться предметы, расположенные на пути распространения электромагнитного излучения от предполагаемого источника возгорания, в том числе стеклянные и плексигласовые поверхности, которые хоть и прозрачны, но существенно поглощают ИК и УФ-излучение.

Современные технологии изготовления ИПП и применяемые методы обнаружения пламени позволяют обеспечить обнаружение ИПП излучений создаваемых тестовыми очагами ТП-5 и ТП-6 см. Приложение 11. При этом обеспечиваются исключение ложных срабатываний при фоновой освещенности чувствительного элемента ИПП, создаваемой люминесцентными лампами не менее 2500 лк, фоновой освещенности чувствительного элемента ИПП, создаваемой лампами накаливания не менее 250 лк [39,43].

2.5. Методы и технологии обнаружения пожара, основанные на принципе регистрации газов, выделяющиеся при тлении и горении веществ

Кроме потери видимости в результате образования дыма при пожаре наблюдается также выделение ряда высокотоксичных газов. В состав частиц дыма, представляющего собой аэрозоль, входит ряд химических соединений, влияние которых на организм человека ограничено санитарными нормами. Учитывая то, что одной из основных причин гибели людей на пожаре является отравление токсичными продуктами горения и то, что токсичность продуктов горения является одним из основных параметров пожарной опасности веществ и материалов, было проведено изучение сопровождающей процесс дымообразования газовой фазы. Проведенные исследования показали, что в газовой фазе дыма при горении ряда строительных отделочных материалов, присутствуют такие токсичные соединения, как хлористый водород и оксид серы, причем

процентное содержание этих газов в древесине в два-три раза меньше чем в других исследованных материалах: изопилене, линолеумах, поливинилхлоридных профилях. Из полученных экспериментальных данных следует, что кроме CO , CO_2 , оксидов азота, хлороводорода и паров воды, состав газовой фазы продуктов термической деструкции различных материалов характеризуется для поливинилхлоридных материалов, отделочных панелей, профилей для окон и дверей, поливинилхлоридных линолеумов и покрытий для пола присутствием таких токсичных газов, как: бензол, относящийся ко второму классу опасности; 1,3-циклопентадиен, 2-метил-1, 3-бутадиен и пентан, относящиеся к четвертому классу опасности. Экспериментально доказано что а начальной стадии пожара, в процессе тления, возрастает концентрация водорода до 10-20 ppm (молекул на миллион). В дальнейшем происходит нарастание содержания ароматических углеводородов и монооксида углерода CO до уровня 20-80 ppm. А при появлении пламени растет концентрация углекислого газа CO_2 до уровня 1000 ppm.

Механизм распространения газов диффузия – это такой механизм распространения газов, в котором молекула газа передвигается в объеме, меняясь местом с молекулой другого газа. Это относится к любым газам, «задачей» которых является равномерное заполнение всего объема. Этот механизм позволяет распространяться газам значительно быстрее чем дыму (Рис.97).

Проникновению дыма вверх мешает и эффект стратификации: у потолка возникает воздушная прослойка толщиной 15–20 мм, куда не проникает дым (что ограничивает место установки дымовых ИП). В другом случае если ИПД установлен на потолке металлического ангара, склада, или на потолке атриума, то при солнечном нагреве у потолка помещения возникает довольно большой по толщине слой теплого воздуха, который отталкивает восходящие конвекционные потоки с частицами дыма, что не позволяет дымовым ИП своевременно обнаружить пожар.

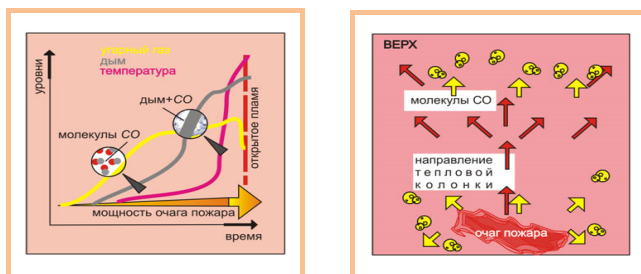


Рис.97. Механизм распространения дыма и газов при пожаре

Решить задачу обнаружения пожара на ранних стадиях возгорания (и даже еще тления) помогает применение газовых пожарных извещателей. Поскольку ИПГ использует иной принцип обнаружения пожара, чем у извещателей дымовых, температуры и пламени, у них нет ложных срабатываний от пыли, аэрозолей и дымов. ИПГ работают с газами, молекула угарного газа на

4 порядка меньше в размерах, чем самая мелкая пыль, вследствие этого пыль не может мешать передвижению молекул угарного газа. Поэтому даже осаждение пыли непосредственно на газочувствительном сенсоре не приводит к тому, что извещатель перестает действовать, причем без всяких ухищрений с компенсацией пыли. Благодаря своему принципу действия газовые извещатели своевременно реагируют на пиролиз (горение) электроизоляции, кабельных соединений, радиотехнических материалов.

2.5.1 Технологии обнаружения наличия опасных газов в атмосфере

Для обнаружения пожара по газовому составу атмосферы, разработаны и применяются методы и технологии в основе которых заложены физические принципы:

- способность полупроводников изменять свои свойства при наличии газа определённой концентрации (металлооксидные детекторы);

- электрохимический принцип обнаружения (используют платиноокислотный элемент для усиления реакции между молекулами СО и кислородом в воздухе).

Извещатель пожарный газовый ИПГ – Автоматический ИП, реагирующий на изменение химического состава атмосферы, вызванное пожаром.

В основном для построения газовых пожарных извещателей применяют следующие виды сенсоров (параметрических преобразователей):

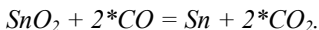
- металлооксидные;
- термохимические;
- полупроводниковые;
- электрохимические.

Металлооксидные сенсоры

Изготавливаются металлооксидные сенсоры на основе толстопленочной микроэлектронной технологии. В качестве подложки используется, например, поликристаллическая окись алюминия, на которую с двух сторон наносятся нагреватель и металлооксидный газочувствительный слой. Чувствительный элемент помещен в корпус, защищенный проницаемой для газа оболочкой, удовлетворяющей всем требованиям взрыва и пожаробезопасности. Металлооксидные сенсоры предназначены для определения концентраций горючих газов (метан, пропан, бутан, водород и т.д.) в воздухе в интервале концентраций от тысячных до единиц процентов и токсичных газов (СО, арсин, фосфин, сероводород и т.д.) на уровне предельно допустимых концентраций. Для построения металлооксидных сенсоров широко используется диоксид олова, отличающийся высокой химической устойчивостью.

Принцип действия таких сенсоров основан на том, что обратимая хемосорбция активных газов на их поверхности сопровождается обратимыми изменениями проводимости. Сенсоры имеют высокую чувствительность к содержанию в атмосфере целого ряда отравляющих и взрывоопасных газов, а также возможность управления процессами, происходящими на поверхности и в объеме полупроводника.

Определение концентрации СО основано на изменении сопротивления чувствительного элемента. На поверхности, образованной окисью олова, при соприкосновении с молекулой СО происходит химическая реакция доокисления углерода:



Соответственно, при возрастании концентрации СО в воздухе количество молекул Sn возрастает, что приводит к понижению сопротивления чувствительного элемента. Для получения непрерывного процесса измерения СО необходимо периодически восстанавливать поверхность сенсора путем доокисления ранее восстановленного олова. Для реализации этого процесса используется нагревательный элемент, расположенный непосредственно под поверхностью сенсора. Реальная зависимость сопротивления от концентрации СО выражается сложной нелинейной функцией, т.к. в скорость химической реакции вносит значительный вклад температура, в несколько меньшей степени влажность, а также точность поддержания температуры нагревателя при проведении восстановительной реакции.

2.5.2. Пожарные извещатели газовые работающие на принципе регистрации изменения свойств полупроводников при наличии газов определенной концентрации

Основным элементом газового извещателя является чувствительный элемент (сенсор), обеспечивающий перевод значения концентрации в атмосфере того или иного газа в электрический сигнал, который в дальнейшем анализируется блоком обработки сигналов, и при превышении установленного порога формируется извещение о пожаре.

В настоящее время в составе ИПГ используются два типа сенсоров: полупроводниковый и электрохимический.

Принцип действия полупроводниковых газовых сенсоров (термокаталитический принцип) основан на изменении сопротивления полупроводникового слоя при химической адсорбции газов на его поверхности. Слой подбирается таким образом, чтобы был селективен к определенным газам, присущим различным стадиям пожара. Для того, чтобы процессы на поверхности газочувствительного полупроводникового слоя протекали достаточно быстро, этот слой наносится на проводящую подложку, которая периодически разогревается до температуры 450–500 °С.

В качестве чувствительного полупроводникового слоя чаще всего используются оксиды металлов (SnO_2 , ZnO , In_2O_3 и др.) с легирующими добавками Pt, Pd и др. Для нагревателя в качестве подложки используется пластина, электрически изолированная от полупроводникового слоя, выполненная из Pt, RuO_2 , Au и др. Основное энергопотребление сенсора требуется на обеспечение нагрева подложки, что и определяет потребление извещателя на уровне 30 мА при питании 12 В.

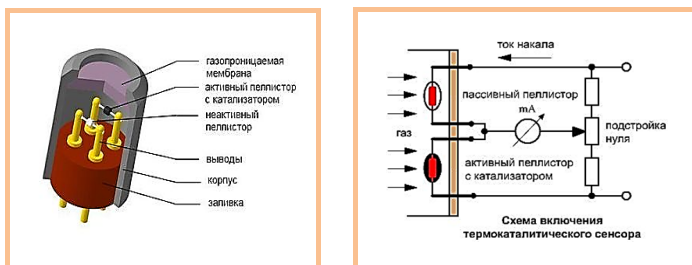


Рис. 98. Конструкция и принцип работы термокаталитического сенсора (преобразователя)

Алгоритм работы. Термокаталитический сенсор (параметрический преобразователь) имеет металлический или пластмассовый корпус (Рис. 98). Через газопроницаемую мембрану горючий газ поступает на два миниатюрных керамических шарика. Внутри шариков (пеллисторов) находится платиновая спираль, нагреваемая протекающим током примерно до 450 °С. Один из шариков (активный пеллистор) имеет каталитическое покрытие, которое окисляет омывающий его газ, что приводит к повышению его (пеллистора) температуры. Это повышение можно измерить благодаря изменению сопротивления платиновой спирали внутри активного пеллистора. Это сопротивление сравнивается с сопротивлением пассивного пеллистора. В диапазоне концентраций горючего газа от 0 до 100% нижнего предела взрываемости (НПВ) соотношение этих сопротивлений будет пропорционально концентрации газа.

Исходя из особенностей конструкции и применяемых технологий обнаружения газов можно сделать вывод, что термокаталитический принцип особенно эффективен при обнаружении горючих газов и паров.

ИПГ работающие на термокаталитическом принципе обнаружения газов благодаря простоте своей конструкции являются экономически выгодным решением. Они обладают высоким быстродействием.

К недостаткам газовых ИП данного типа можно отнести ограниченный срок службы и уменьшение чувствительности с течением времени. Кроме того, ряд газов и паров (например, H₂S, некоторые растворители и добавки в авиационное топливо) могут «отравлять» сенсор.

2.5.3. Пожарные извещатели газовые работающие на электрохимическом принципе

Электрохимический газовый сенсор (преобразователь) применяемый в газовых извещателях пожарных представляет из себя гальванический элемент, который вырабатывает ток тем больший, чем выше концентрация контролируемого газа.

Электрохимические сенсоры – специальные устройства, в которых аналитический сигнал обеспечивается протеканием электрохимического процесса.

Такие сенсоры используются в газоаналитическом оборудовании и предназначены для качественного и количественного анализа химических соединений в жидких и газообразных средах. Электрохимические сенсоры используют главным образом для определения реакционно способных (электроактивных) веществ, которые способны электрохимически восстанавливаться или окисляться на индикаторном электроде миниатюрной электрохимической ячейки, генерирующей аналитический сигнал. В качестве индикаторных электродов служат инертные электроды (Pt, Pd, Au, Ag), химически активные (Cu, In, Sn) или модифицированные комплексные соединения, а также ионоселективные электроды. Чаще всего электрохимические сенсоры используют для обнаружения и локализации утечек природного газа (метана) или сжиженного газа (пропана).

Действие сенсора основано на специфической химической реакции в электрохимической ячейке, которая представляет собой ёмкость с электролитом и электродами. Анализируемый газ вступает в химическую реакцию с электролитом ячейки. В результате в электролите появляются заряженные ионы, и между электролитами протекает ток, пропорциональный концентрации контролируемого газа в воздухе. Селективность и быстродействие электрохимического газового сенсора определяется материалом электродов и применяемым электролитом. Ток, вырабатываемый сенсором, небольшой, в диапазонах обнаружения пожара ток составляет 1–10 мкА. Следовательно, электрохимический сенсор требует хорошего малощумящего АЦП и защиты от электромагнитных наводок.

Алгоритм работы. Газ, через противопоылевой фильтр (выполняющий кроме того функцию селективного фильтра), и гидрофобную мембрану попадает на газопроницаемый измерительный электрод из благородного металла (Рис.99). Высвобождающиеся при этом электроны проходят через электролит и эталонный электрод и образуют во внешней цепи электрический ток. Сила этого тока прямо пропорциональна концентрации измеряемого газа. С помощью контр-электрода потенциал электродов поддерживается на постоянном уровне, значительно повышая стабильность сенсора и улучшая его измерительные свойства. Сенсоры нового поколения имеют внутреннюю память EEPROM, в которой сохраняются настроечные константы сенсора. При подключении такого сенсора к измерительной головке газоанализатора данные из него автоматически считываются и прибор готов к измерениям. Встроенный датчик температуры на основе NTC резистора компенсирует влияние температуры. В результате датчик может стабильно работать с требуемой точностью при температуре окружающей среды от – 40 до + 65 °С.

Сенсоры, способные детектировать опасные для организма человека количества вредных газов в воздушной смеси, имеют большой спрос на рынке. Уже сейчас существуют разработки на основе углеродных нанотрубок (УНТ), которые способны работать с различными газами, например NH_3 , CO_2 , N_2 , He, O_2 и их смесями.

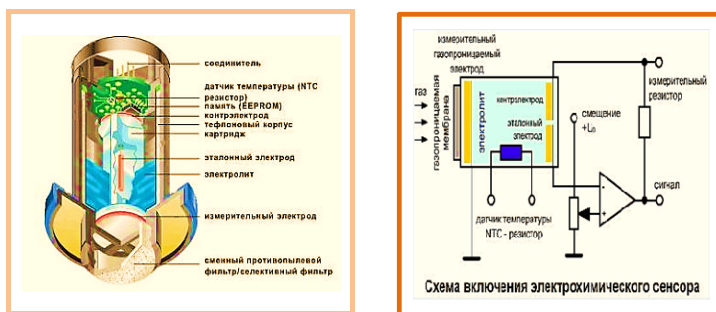


Рис.99. Конструкция и принцип работы электрохимического сенсора (преобразователя)

Практически все пожарные извещатели с газовым каналом отечественного производства – это пороговые извещатели с полупроводниковым газовым сенсором. Значительные токи потребления определяют необходимость использования отдельного шлейфа питания. Вместе с тем необходимо отметить, что обеспечение возможности контроля работоспособности извещателя и газового сенсора – важное преимущество по сравнению с дымовыми пороговыми извещателями.



Рис.100. Конструкция газового пожарного извещателя ИП 435-1

Предложенные выше технологии позволяют реализовать ИПГ со следующими характеристиками по обнаружения газов:

значение чувствительности ИПГ, реагирующего на монооксид углерода (ИПГ (CO)), в пределах от 25 до 100 ppm";

газовые извещатели обеспечивают обнаружение одного из приведенных ниже газов при концентрации в пределах:

CO_2 – 1000...1500 ppm;

CO – 20...80 ppm;

C_xH_y – 10...20 ppm.

В соответствии с действующими нормами ИПГ разделены на два класса:

1-й класс – диапазон 21–40 ppm;

2-й класс – в диапазоне 41–80 ppm.

В соответствии с особенностями конструкции и технической документации производителя ИПГ характеризуется:

максимальной площадью зоны обнаружения (м^2);

максимальной высотой установки (м);

максимальным контролируемым объемом (м^3).

Конфигурация зоны обнаружения извещателя пожарного газового точечная – регламентирована инструкцией по эксплуатации.

Статистика эксплуатации газовых ИП в помещениях со сложными условиями эксплуатации (задымленных, запыленных, с потоками воздуха различной температуры) показывает, что срок их службы, без обслуживания, составляет 3–5 лет.

Учитывая такие преимущества газовых пожарных извещателей, по сравнению с дымовыми, как возможность обнаружения пожара на ранних стадиях возгорания и отсутствие влияния засорения и запыления на чувствительность газового ПИ надо отметить и их существенные недостатки. Так если мощность конвекционных потоков от очага загорания сильнее, чем энергия диффузии, то, не исключено, что дымовой ПИ обнаружит пожар раньше газового. Возможны и ложные срабатывания ГПИ по причинам возгорания в соседнем помещении. Это нужно учитывать при эксплуатации систем, включающих в себя ИПГ.

Термохимические газоанализаторы

Среди методов, применяемых для определения концентрации в атмосферном воздухе горючих газов или паров горючих жидкостей, используется термохимический метод. Его сущность заключается в измерении теплового эффекта (дополнительного повышения температуры) от реакции окисления горючих газов и паров на каталитически активном элементе датчика и дальнейшем преобразовании полученного сигнала. Датчик сигнализатора, используя этот тепловой эффект, формирует электрический сигнал, пропорциональный концентрации горючих газов и паров с различными коэффициентами пропорциональности для различных веществ. При горении различных газов и паров термохимический датчик выдает сигналы, разные по величине. Надо отметить, что одинаковым уровням различных газов и паров в воздушных смесях соответствуют неравные выходные сигналы датчика. Термохимический датчик не избирателен. Его сигнал характеризует уровень взрывоопасности, определяемый суммарным содержанием горючих газов и паров ввоздушной смеси. Попытка контроля совокупности компонентов, в которой содержание отдельных, загодя известных горючих составляющих, колеблется от нуля до какой-то концентрации, может привести к погрешности контроля. Этот фактор необходимо учитывать для задания границ диапазона сигнальных концентраций и допуском на их изменение – пределом допускаемой базовой абсолютной погрешности срабатывания.

Отметим, что исходя из определения пожарного извещателя чувствительный элемент газового извещателя должен реагировать на изменение концентрации газов, выделяемых при горении, т.е. приборы, регистрирующие повы-

шение концентрации углеводородов, аммиака, азота, не могут быть отнесены к газовым извещателям, а являются газоанализаторами. Резюмируя вышесказанное, можно констатировать тот факт, что, несмотря на достаточно широкий спектр технологий преобразования концентраций контролируемого газа в электрический сигнал, ни один из известных газовых сенсоров не способен обеспечивать требуемую реакцию только на один, интересующий нас газ. Все они в той или иной степени низкоселективны. Это значит, что газовый извещатель, созданный, например, для реакции на повышение концентрации угарного газа, как недоокисленного, аналогичным образом среагирует на некоторый иной недоокисленный газ.

Изложенные в данном разделе технологии обнаружения пожара по факторам выделения газовых смесей возникающих в результате горения позволяют своевременно, на ранней стадии обнаруживать тлеющие очаги горения, вместе с тем учитывая такие недостатки ИПГ как, нечувствительность газовых СО извещателей к открытым очагам, и наличие ложных тревог газовых пожарных извещателей в связи непредсказуемости распространения СО при пожаре, газовые СО извещатели нельзя рассматривать в качестве прямой замены дымовых извещателей. Проведённые исследования показали, что технологии обнаружения пожара описанных в этом разделе, целесообразно применять в комплексе с другими технологиями – технологиями обнаружения тепловых, дымовых характеристик пожара и открытого пламени.

Такие технологии и методы обнаружения реализованы в мультикритериальных пожарных извещателях. Они открывают новый класс ИП, обеспечивающих максимальную достоверность сигналов ПОЖАР за счет распознавания пожароопасной ситуации по совокупности информации о состоянии контролируемой зоны, по изменению оптической плотности среды, концентрации угарного газа СО, характеру инфракрасного излучения и температуры. Мультикритериальные пожарные извещатели не формируют ложных сигналов при различных помеховых воздействиях, в отличие от дымовых и комбинированных извещателей, что позволяет обеспечить раннее обнаружение пожара в сложных зонах.

2.6. Ультразвуковые извещатели

Ультразвуковые извещатели применяются как для обнаружения пожара, так и несанкционированного проникновения на объект.

Они относятся к устройствам пространственного обнаружения очага пожара, так как защищают весь объем помещения или его отдельную часть.

Ультразвуковые извещатели работают по принципу регистрации изменений физических характеристик активного ультразвукового поля в результате воздействия на это поле энергетических составляющих пожара.

Образующаяся при пожаре конвективная струя воздуха имеет определенное распределение температуры по высоте и радиусу. При этом имеет место отражение ультразвука от границ раздела воздуха различной плотности. Ультразвук, прошедший через тепловой поток, испытывает изменение фазы колебаний. Так как граница пламени и граница конвективной струи подвижны и неус-

тойчивы во времени и пространстве, наложение ультразвуковых волн, отраженных тепловым потоком, на излучаемые волны вызывает их амплитудно-фазовую модуляцию. На величину амплитудно-фазовой модуляции оказывает влияние характер распределения температуры по объему конвективной струи. Во ВНИИПО были проведены экспериментальные исследования ультразвуковых способов обнаружения пожара. Установлена зависимость коэффициента отражения от температуры конвективной струи. Скорость ультразвука $V_{уз}$ будет равна:

$$V_{уз} = CpRT/CvM,$$

где: Cp , Cv – удельная теплоемкость воздуха холодного и нагретого; R – газовая постоянная; T – температура; M – молекулярная масса.

Создание ультразвукового поля осуществляется с помощью пьезокерамических преобразователей, представляющих собой механическую колебательную систему. Ультразвуковые пьезокерамические преобразователи обладают обратимостью, т.е. электрические колебания электромагнитной возбуждающей цепи преобразуются в ультразвуковые колебания, и наоборот, ультразвуковые колебания преобразуются в электрические.

Из применяемых устройств данного типа следует назвать извещатели ультразвуковые серии «Фикус» различных модификаций. В зависимости от его компоновки (с одним или двумя выносными блоками) защищаемая площадь составляет 30 м². Сигнал тревоги подается при возникновении очага горения, площадь которого более 0,1 м².

Применение ультразвуковых извещателей в качестве пожарных ограничено в связи с большим количеством формирования ими ложных сигналов.

2.7. Методы и технологии обнаружения пожара, основанные на принципе регистрации одновременно нескольких информационных факторов пожара

Существуют различные ситуации, в которых извещатель пожарный и с одним каналом дымовым или тепловым представляет собой эффективное средство обнаружения, но при этом крайне важно еще на этапе проектирования четко определить преобладающий фактор пожара и особенности условий эксплуатации.

В случаях, когда в зоне контроля преобладающий фактор пожара по ряду причин установить невозможно для обнаружения пожара применяются комбинированные пожарные извещатели.

Извещатель пожарный комбинированный – это устройство, реагирующие на два или более фактора пожара.

Отчеты по огневым испытаниям и статистика применения комбинированных пожарных извещателей подтверждают факт повышенной достоверности и скорости обнаружения различных очагов пожаров по сравнению с извещателями, реагирующими на один физический фактор пожара.

События, способные вызвать срабатывание пожарного извещателя				
Событие	Дым	Температура	Газ	Примечания
ТП1	Немного	Достаточно	Достаточно	–
ТП2	Очень много	Отсутствует	Отсутствует	–
ТП3	Очень много	Отсутствует	Очень много	–
ТП4	Много	Немного	Достаточно	–
ТП5	Много	Достаточно	Достаточно	–
ТП6	Отсутствует	Очень много	Отсутствует/ немного	–
Дискотечный дым	Очень много	Отсутствует	Отсутствует	–
Сигаретный дым	Немного	Отсутствует	Достаточно	Концентрация СО близка к ТП1
Автогенная сварка	Немного	Отсутствует/ немного	Достаточно	Концентрация СО близка к ТП1
Электросварка	Много	Отсутствует	Немного	–
Автостоянка	Немного	Отсутствует	Очень много	Очень высокая концентрация СО
Дизельный агрегат	Немного	Отсутствует	Очень много	–

Рис.101 Факторы пожара, на которые реагируют комбинированные ПИ

Известны 2-х, 3-х и даже 4-х каналные извещатели, совмещающие функции дымового, теплового и газового извещателя, а также извещателя пламени.

В настоящее время наиболее распространены модели комбинированных пожарных извещателей, совмещающих дымовой и тепловой каналы обнаружения.

Конструкция и размещение основных элементов такого пожарного извещателя показаны на Рис. 102.

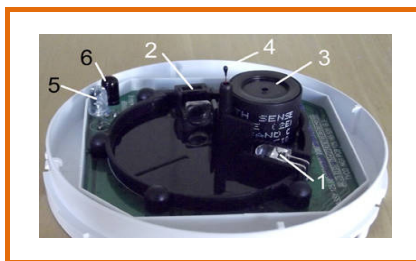


Рис.102. Конструкция комбинированного – дымового /СО/ теплового извещателя:

- 1, 2 – светодиод и фотодиод оптического канала (дым);
- 3 – СО-преобразователь; 4 – тепловой преобразователь;
- 5, 6 – светодиод фотодиод дистанционного ИК канала

Варианты размещения комбинированных пожарных извещателей.

Необходимо отметить, что существующие нормативы [43] допускают два варианта размещения комбинированных дымовых/тепловых извещателей. Если преобладающий фактор не может быть определен, то размещение комбинированных извещателей производится по нормам размещения тепловых извещателей.

Второй вариант все же подразумевает возможность определения основного фактора. Например, если преобладающим фактором является дым, то раз-

мещение комбинированных извещателей производится по нормам размещения дымовых извещателей. И такая формулировка в правилах позволяет применять их в сложных или же нестабильных условиях вместо дымовых извещателей без сокращения максимальной контролируемой площади. И в том, и в другом случае при определении количества комбинированный извещатель учитывается как один пожарный извещатель.

Технические характеристики. Параметры комбинированных извещателей напрямую зависят от технологий, задействованных каналов обнаружения и сенсоров, которые в них применяются. Каналы обнаружения. Характеристики каждого задействованного канала должны соответствовать требованиям действующего стандарта [39]. Так, например, при наличии дымового канала его чувствительность должна находиться в пределах от 0,05 до 0,2 дБ/м. Тепловой канал должен соответствовать требованиям к тепловым извещателям. Аналогично и по другим каналам обнаружения. Такое положение гарантирует правильную трактовку заложенных характеристик, соответствие нормам и существенно упрощает задачу выбора комбинированного извещателя.

Логика работы «ИЛИ». Простейшие комбинированные извещатели формируют тревожный сигнал при превышении порога в одном из каналов обнаружения. То есть их работа основана на логике ИЛИ. Эффективность обнаружения пожароопасной обстановки этими извещателями выше, чем у одноканальных аналогичного типа. Они способны обнаруживать как тлеющие очаги, так и быстро развивающиеся пожары.

Однако существенным недостатком комбинированных извещателей с логикой работы ИЛИ остаются ложные срабатывания, вероятность которых в данном случае не может быть меньше суммы вероятностей ложных срабатываний по каждому каналу. Особенно остро это проявляется в сложных условиях эксплуатации, когда в нормальном режиме происходит изменение среды, например появление пара, искусственного или сигаретного дыма, повышение температуры и др. Подобные внешние воздействия существенно сужают область применения данных извещателей из-за большой вероятности ложных сигналов и, как следствие, необходимости повышения пороговых значений чувствительности.

Факторы срабатывания извещателя. В таблице Рис. 103 наряду с тестовыми очагами представлены различные события, способные вызвать срабатывание пожарного извещателя. Каждому событию сопутствует появление различных факторов. В данном случае рассмотрены такие факторы, как дым, температура, угарный газ (СО).

Наличие того или другого фактора можно классифицировать следующим образом:

- отсутствует (невозможно получить данные для привязки к событию);
- частично присутствует (сигнал может быть привязан к событию, но недостаточен для принятия решения);
- присутствует (сигнал по одному фактору близок к пороговому значению, но не достиг его);
- много (сигнал, немного превышающий пороговое значение);

очень много (сигнал, значительно превышающий тревожный порог).

В ситуациях, когда внешние воздействия по отдельным факторам мало отличаются от реальных возгораний, комбинированные извещатели с логикой ИЛИ не дают существенных преимуществ. Значительное увеличение и достоверности, и скорости обнаружения можно получить при совместной обработке сигналов по различным каналам в дополнении к логике ИЛИ.



Рис.103. Блок-схема обработки сигналов в ИП комбинированных.

В настоящее время выпускаются комбинированные извещатели, обеспечивающие измерение текущих значений нескольких факторов в расширенном диапазоне и использующие в своей работе алгоритмы интеллектуального анализа.

Важным преимуществом интеллектуальных комбинированных извещателей является возможность формирования сигнала «Пожар» до достижения пороговых значений в отдельном канале. Так, в интеллектуальном трехканальном ИП (Рис.103) учитывается удельная оптическая плотность дыма, скорость возрастания и текущее значение температуры. Изменение этих параметров контролируется, встроенным микропроцессором, во времени и обрабатывается с учетом текущих значений. Даже при наличии незначительной плотности дыма повышение температуры на несколько градусов в минуту послужит сигналом о пожароопасной обстановке. Такой принцип обработки сигналов в комбинированных извещателях позволяет значительно сократить время обнаружения возгораний, сопровождающихся несколькими факторами одновременно.

В дополнение ко всему настройке алгоритма интеллектуальной обработки сигналов могут быть адаптированы к определенным условиям эксплуатации для повышения достоверности, сокращения времени реакции и вероятности ложных срабатываний.

Некоторые извещатели имеют стандартные предустановки для различных типов помещений, что позволяет легко и безошибочно задавать наиболее оптимальные настройки. Скорость, достоверность и надежность обнаружения возгораний остаются основными задачами систем пожарной сигнализации. Современные комбинированные извещатели отражают наиболее передовые технологии в этой области и позволяют не ошибиться при выборе пожарного извещателя.

Извещатели пожарные комбинированные имеют как точечную так и линейную зону обнаружения. В зависимости от комбинации чувствительных элементов (сенсоров) к характеристикам этих пожарных извещателей предъявляются требования действующих стандартов [39] см. Приложения 2,3,4,9,11.

2.8. Автономные пожарные извещатели.

Мировая статистика – около 80% всех пожаров происходят в быту. Во всех развитых странах существует обязательное нормативное требование по оборудованию жилых помещений пожарной сигнализацией. На сегодняшний день автономный пожарный извещатель (АПИ) является одним из наиболее эффективных и дешёвых средств по предупреждению гибели людей от пожаров в быту.

Автономный пожарный извещатель: пожарный извещатель, реагирующий на определенный уровень концентрации аэрозольных продуктов горения (пиролиза) веществ и материалов и, возможно, других факторов пожара, в корпусе которого конструктивно объединены автономный источник питания и все компоненты, необходимые для обнаружения пожара и непосредственного оповещения о нем.

Выделяют следующие типы извещателей пожарных автономных:

- извещатели дымовые;
- извещатели тепловые;
- извещатели газовые;
- извещатели пламени;
- комбинированные ИП.

Конструкция пожарного извещателя дымового автономного представлена на рис.104.

В корпусе прибора размещаются источник питания и основные рабочие компоненты: дымовая камера; излучающий светодиод; фотоприёмник фотодиод; блок обработки сигналов; сигнализатор (пьезоэлемент); или несколько тестовых кнопок; источник питания (аккумулятор).

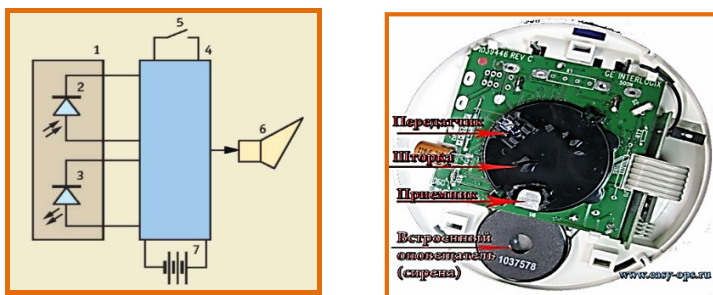


Рис.104. Конструкция и блок-схема автономного ИП

Автономный пожарный извещатель должен характеризоваться двумя зонами:

- зоной обнаружения загорания (пожара);
- зоной оповещения.

Зона обнаружения пожара и зона оповещения определяется в соответствии с техническим паспортом на изделие, нормативными документами определяющими размещение ПИ соответствующего типа [39,43].

Независимо от модели, производителя и типа, к автономным пожарным извещателям предъявляется ряд требований, которые должны обеспечивать следующие позиции:

- продолжительная работа в автономном режиме на одном элементе питания (от 1 года до 10 лет);

- наличие светового индикатора и его регулярное оповещение о том, что устройство функционирует нормально (рекомендуемое значение – одно мигание каждые 30 секунд);

- сигнал о возникновении пожара, должен быть по продолжительности не менее, чем на 4 минуты. При этом, уровень звукового сигнала должен находиться в диапазоне от 85 до 110 дБ. Минимальное количество подаваемых сигналов подряд – 3;

- звуковой сигнал о необходимости замены автономного элемента питания – каждые 30 секунд;

- наличие одной или нескольких тестовых кнопок, которые позволяют определить исправность прибора и возможность его правильного реагирования на появление источника возгорания;

- возможность работы в помещении, температура в котором колеблется в пределах от – 10 до + 50 градусов по Цельсию.

Как правило, автономные пожарные извещатели питаются от съемного источника питания (аккумулятор), который монтируется прямо в корпус устройства. В случае, когда уровень разряда источника питания преодолевает порог – 5%, АПИ должен оповещать об этом пользователя.

В моделях АПИ с внешним источником электропитания должна быть реализована возможность автоматически переключаться на внутренний источник (аккумулятор) или в обратном направлении.

Автоматическое переключение между источниками питания должно оповещаться звуковым сигналом, отличным от сигнала тревоги.

Внешний источник питания постоянного тока должен иметь одно номинальное напряжение из следующего ряда: 3В, 4,5В, 6В и 9В.

Внешний источник питания переменного тока должен характеризоваться номинальным напряжением не более 36В.

Автономные пожарные извещатели следует устанавливать по одному в каждом помещении, если площадь помещения не превышает площадь, контролируемую одним пожарным извещателем в соответствии с требованиями свода правил [43]. Автономные пожарные извещатели, как правило, устанавливаются на горизонтальные поверхности потолка, их не следует устанавливать в зонах с

малым воздухообменом (в углах помещений и над дверными проемами). Автономные пожарные извещатели, имеющие функцию солидарного включения, рекомендуется объединять в сеть в пределах квартиры, этажа или дома.

2.9. Методы и технологии обнаружения пожара на основе анализа потокового видео

Организация оптимальной системы противопожарной защиты – непростая задача, особенно когда область защиты подвержена влиянию суровых условий окружающей среды. Функционирование промышленных объектов часто сопряжено с наличием грязи, пыли, влажности и агрессивной средой. Безусловно, к настоящему времени существует масса пожарных извещателей. Все они способствуют обнаружению тех или иных признаков пожара:

- дыма (дымовые пожарные извещатели);
- температуры (тепловые пожарные извещатели);
- огня (датчики пламени);
- механического воздействия человека (ручные пожарные извещатели);
- одновременное обнаружение нескольких признаков (комбинированные).

Однако классические противопожарные системы являются наиболее эффективными только при применении их в едином комплексе. Между тем, это может быть неприемлемым по ряду причин: итоговая дороговизна оборудования, сложность монтажа и обслуживания, а иногда и эстетические факторы. Именно по этой причине в настоящее время разработаны противопожарные устройства и системы на основе видеоаналитики, которые являют собой шаг вперед к новым технологиям обнаружения пожара.

Термин «видеоаналитика» используется для обозначения аппаратно-программных комплексов, предназначенных для интеллектуального анализа потокового видео и выполнения тех или иных действий по результатам такого анализа.

Видеоаналитика (video analytics) – аппаратно-программное обеспечение или технология, использующие методы компьютерного зрения для автоматизированного сбора данных на основании анализа потокового видео (видеоанализа).

Видеоаналитика опирается на алгоритмы обработки изображения и распознавания образов, позволяющие анализировать видео без прямого участия человека. Видеоаналитика используется в составе интеллектуальных систем видеонаблюдения (CCTV, охранного телевидения), управления бизнесом (business intelligence, BI) и видеопоиска.

В зависимости от целей, видеоаналитика может реализовать как одну, так и несколько базовых функций:

Обнаружение объектов (object detection). Как правило, обнаружение объектов в поле зрения камеры производится при помощи видеодетекторов движения. Основное отличие видеоаналитики от ИК-датчиков движения состоит в возможности локализации (выделении) и независимого анализа сразу нескольких объектов. Если движение не является достаточным признаком для локализации объекта в кадре, то обнаружение может производиться при помощи шаблонов. Например, обнаружение лиц людей, номерных знаков автомобилей или

обнаружение малоподвижных морских целей может быть реализовано при помощи признаков Хаара, обнаружений фоновых состояний среды (дым, пламя).

Слежение за объектами (object tracking). Алгоритмы слежения (сопровождения) позволяют получить частную траекторию движения объекта как в поле зрения одной камеры, так и обобщенную траекторию по данным сразу нескольких камер. Слежение необходимо, чтобы проанализировать поведение объекта по его траектории, например, определить движение человека против потока или движение с повышенной скоростью. Кроме этого, слежение необходимо для исключения повторных срабатываний систем видеоаналитики на одни и те же объекты. Профессиональные системы работают по правилу «один тревожный объект – одно срабатывание» для достижения высокой продуктивности оператора.

Классификация объектов (object classification). Некоторые системы видеоаналитики классифицируют объекты для фильтрации оперативных уведомлений или результатов поиска. Например, типовой классификатор объектов, используя признаки формы и абсолютные размеры, распределяет объекты на группы: человек, группа людей, транспортное средство. Более сложные классификаторы в системах видеоаналитики для ритейла могут определить пол или возвратную группу человека.

Идентификация объектов (object identification). Идентификация объектов является наиболее сложным компонентом систем видеоаналитики. Современные системы позволяют идентифицировать людей по биометрическим признакам лица или транспортные средства – по номерным знакам. Идентификация может быть реализована при помощи дополнительных средств за рамками видеоаналитики: на основе отпечатков пальцев, банковской карты, билета, пропуска или идентификатора мобильного устройства.

Обнаружение (распознавание) ситуаций. Видеоаналитика позволяет не только выделять объекты из потокового видео, но и распознавать тревожные ситуации на основе анализа поведения данного объекта, что не дает сделать обычная система видеонаблюдения. Также ситуационная видеоаналитика может автоматически детектировать пересечение сигнальной линии, падение людей, запрещенную парковку и возникновение пожара.

Результатами работы видеоаналитики являются события (сообщения), которые могут быть переданы оператору системы видеонаблюдения или записаны в видеоархив для последующего поиска. Кроме этого, видеоаналитика формирует метаданные, то есть структуры данных, которые описывают содержание каждого кадра видеопоследовательности. Метаданные содержат такую информацию как местоположение и идентификаторы объектов (как правило, в виде тревожной рамки), траекторию и скорость движения объектов, данные о разделении или слиянии объектов, данные о возникновении и окончании тревожной ситуации. Метаданные записываются в видеоархив и воспроизводятся вместе с видео.

С точки зрения аппаратно-программной архитектуры, различают следующие типы систем видеоаналитики (см. Приложение 13).

Серверная видеоаналитика (server video analytics) предполагает централизованную обработку видеоданных на сервере.

Встроенная видеоаналитика (edge video analytics) реализуется непосредственно в источнике видеоданных, то есть в камерах в кодерах.

Распределенная видеоаналитика (distributed video analytics) является гибридным решением между серверной и встроенной видеоаналитикой, в котором обработка распределена между источником видеоданных и центральным оборудованием.

Комплект оборудования и аппаратно-программных средств для противопожарной видеоаналитики мало отличается от обычной системы видеонаблюдения. Системы дистанционного мониторинга на основе систем видеоаналитики с компьютерным зрением состоят из узлов мониторинга – управляемых высокоскоростных купольных видеокамер, и локальных мониторинговых центров. В эти центры поступает информация от видеокамер.

В качестве детектора информационных характеристик пожара используется поворотная видеокамера, выполняющая панорамное сканирование в автоматическом режиме с возможностью ручного управления (см. Приложение 13).

Благодаря возможностям существующих систем видеоаналитики можно на ранней стадии обнаруживать и оперативно реагировать на очаги задымлений и возгораний. На рабочем месте оператора отображается видеоаналитическая карта местности зданий и помещений с указанием сектора обзора, который соответствует направлению камеры в данный момент времени. Это позволяет определять место пожара и оперативно направлять пожарные расчеты в правильном направлении. При автоматическом обнаружении возгорания или задымления система определяет координаты места происшествия и отмечает его на видеоаналитической карте.

Система видеоаналитики осуществляет непрерывный контроль территории, зданий, помещений объекта путём экспресс-анализа видеоизображений поступающих с видеокамер и тепловизоров, и формирует сигнал тревоги при обнаружении открытого огня или дыма. Сигналы тревоги формируются как тепловизорами (обнаружение участков с высокой температурой в ИК диапазоне), так и видеокамерами (обнаружение дыма и пламени в видимом диапазоне). Количество тепловизоров выбирается таким, чтобы они полностью перекрывали все зоны возможного возгорания. Для этого следует руководствоваться дальностью обнаружения и углом зрения объектива.

Алгоритм детектирования дыма системами видеоаналитики

Этот подход предполагает анализ изображений от традиционных камер видеонаблюдения, происходящий в реальном времени. Для решения этой задачи используется специальное программное обеспечение. «Софт» пытается выделить «паттерн» – то есть набор характерных признаков – дыма на изображении. Существуют также специальные алгоритмы, позволяющие минимизировать количество ложных срабатываний таких программных детекторов. При этом камеры могут быть частью уже имеющейся системы видеонаблюдения и попутно решать другие задачи. Подобный подход позволяет уменьшить затраты на систему и повысить рентабельность инвестиций.

Алгоритмы обнаружения дыма, следящие за характеристиками изображения в определенной зоне и реагирующие на изменение цвета пикселей, работа-

ют весьма быстро. Благодаря этому система видеонаблюдения может обнаруживать возгорание существенно быстрее других технических решений - время реакции видеоаналитики на дым будет порядка нескольких секунд. Принципиально важно, что при оповещении оператора о возгорании видеосистема может предоставить ему изображение места вероятного появления дыма. Это дает возможность более точно оценить ситуацию перед реагированием на нее. Кроме того, это позволяет мгновенно обнаружить источник возгорания – в то время как традиционные системы пожарной сигнализации сработают лишь тогда, когда дым доберется до одного из датчиков.

Совсем недавно противопожарные видеосистемы (например, такие как FireVu от D-Tec) «научились» обнаруживать на изображении не только дым, но и открытый огонь. С практической точки зрения это дает возможность ввести несколько уровней тревоги. С другой стороны, такие системы могут эффективно работать в темное время суток – когда выделить на изображении огонь куда легче, чем дым.

Таким образом, системы обнаружения дыма, пламени и повышенной температуры с помощью видеонаблюдения применяются в широчайшем спектре решений, где время реагирования является критическим параметром для минимизации ущерба от огня.

Основными преимуществами противопожарной видеоаналитики по сравнению с классическими системами пожарной сигнализации являются:

- минимальное время реакции на возгорание;

- большой объем контролируемых зон и помещений;

- возможность обнаружения бездымного возгорания, а также огня с низкой температурой пламени;

- возможность автоматического обнаружения присутствия посторонних объектов в контролируемой зоне;

- возможность видеоверификации возгорания;

- возможность развертывания противопожарной видеоаналитики на базе существующей системы видеонаблюдения;

- возможность записи и хранения видео для последующего изучения причин.

Вместе с тем существуют и проблемы которые замедляют развитие этих технологий. Главной проблемой многих внедрений видеоаналитики является высокая частота ложных срабатываний, которая быстро уменьшает экономический эффект технологии. Эта проблема постепенно решается путем совершенствования алгоритмов видеоанализа, автоматического тестирования на специальных испытательных стендах и ранжирования событий по важности.

Другая проблема состоит в отсутствии нормативной базы по применению таких систем в системах противопожарной защиты с точки зрения надёжности, живучести, и достоверности обнаружения пожара.

Существенная стоимость системной интеграции и внедрения видеоаналитики так же отрицательно сказывается на её развитии. Однако роль этого фактора снижается благодаря появлению открытых стандартов, таких как ONVIF, упрощения процедур калибровки и настройки видеоаналитики.

Глава 3

Методы оценки эффективности и надёжности систем пожарной автоматики

По статистическим данным ФГУ ВНИИПО МЧС России в 2009 г. из 78 установок пожаротушения при пожарах задачу выполнили только 20, не выполнили 37, не сработали 10, были выключены 11. Таким образом, вероятность эффективного срабатывания равна $20 : 78 = 0,256$.

В 2010 г. из 64 установок пожаротушения задачу выполнили только 22, не выполнили 23, не сработали 13, были выключены 6, вероятность эффективного срабатывания равна $22 : 64 = 0,344$.

В 2011 году из 96 установок пожаротушения задачу выполнили только 35 не выполнили 23, не сработали 12, были выключены 19, вероятность эффективного срабатывания равна $35 : 96 = 0,365$.

Всего в 2011 г. было зарегистрировано 168 500 пожаров, на которых погибли 12018 человек из 143 млн человек, следовательно риск погибнуть при пожаре равняется $12018 : 143\,000\,000 = 84,04 \times 10^{-6}$.

Одна из основных причин такого положения дел низкая эффективность работы систем пожарной сигнализации.

Основная задача систем обнаружения пожара – *обеспечивать автоматическое обнаружение пожара за время, необходимое для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной (с учетом допустимого пожарного риска) эвакуации людей в условиях конкретного объекта.*

Рассмотрим пример. Предположим система пожарной сигнализации работает в помещении и в этой системе, периферийное оборудование – дымовые ИП, линии связи и ППКП полностью исправны (отсутствуют отказы и сбои в работе). В какой-то момент времени произошел пожар, пожар проходил с малым выделением дыма, одновременно дым удалялся конвекционными потоками воздуха через открытые форточки, следствие – пожар своевременно не обнаружен. В данном случае требования по надёжности и безотказности выполнены, система работоспособна, а результат работы – *пожар не обнаружен*.

Вывод – критерий безотказности работы объекта (системы), применительно к системам обнаружения пожара не является единственным условием того, что система выполнит свои функции. Поэтому в системах пожарной сигнализации вводится понятие эффективности работы системы обнаружения которое связывает функции надёжности системы и конечный результат её работы – достоверное и своевременное обнаружение пожара.

3.1. Оценка эффективности систем пожарной автоматики

Оценка эффективности систем обнаружения связана соотношением таких основных свойств, как время обнаружения и тушения пожара (выполнения системами функций основного назначения), надёжность и стоимость системы.

Оценка эффективности работы систем обнаружения пожара используется расчётах для определения условной вероятности поражения человека при его нахождении в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара [45, 46]:

Условная вероятность поражения человека при его нахождении в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара определяется выражением:

$$Q_{dij} = (1 - P_{эij})(1 - D_{ij}),$$

где: $P_{эij}$ – вероятность эвакуации людей, находящихся в i -ом помещении здания, при реализации j -го сценария пожара; D_{ij} – вероятность эффективной работы технических средств по обеспечению безопасности людей в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара.

Вероятность эффективной работы технических средств по обеспечению пожарной безопасности i -го помещения при реализации j -го сценария пожара D_{ij} определяется выражением:

$$D_{ij} = 1 - \prod_{k=1}^k (1 - D_{ijk})$$

где: k – число технических средств противопожарной защиты; D_{ijk} – вероятность эффективного срабатывания (выполнения задачи) k -го технического средства при j -ом сценарии пожара для i -го помещения здания.

Под техническими средствами обеспечения пожарной безопасности людей понимаются:

автоматические установки пожарной сигнализации в сочетании с СОУЭ;
системы противодымной защиты рассматриваемого помещения и путей эвакуации;

установки пожаротушения;

применение объемно-планировочных и конструктивных решений, обеспечивающих ограничение распространения пожара в безопасную зону (при организации эвакуации в безопасную зону);

Вероятность эффективной работы системы обнаружения пожара $P_{эо}$ определяется как произведение вероятности выполнения функции основного назначения $P_{он}$ и вероятности безотказной работы технических средств этой системы $P_{бр}$:

$$P_{эо} = P_{он} \times P_{бр}$$

Вероятность эффективной работы системы обнаружения пожара – это вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ, система обеспечивает автоматическое обнаружение пожара за время определённое, для включения систем оповещения о пожаре в целях организации безопасной эвакуации людей в условиях конкретного объекта (с учётом допустимого пожарного риска) [45, 46].

При наличии обоснований выбора технических средств обнаружения пожара и их размещения, обеспечивающих расчетное время обнаружения, вероятность выполнения функции основного назначения может быть принята равной единице. В случае отсутствия таких обоснований время обнаружения может быть превышающим необходимое, и вероятность выполнения функции основного назначения может быть равна нулю, что сведет вероятность эффективной работы к нулю.

Таким образом, при правильном выборе технических средств и мест их размещения, вероятность эффективной работы будет равна вероятности безотказной работы.

Выражение $P_{\Sigma 0} = P_{он} \times P_{бр}$ в полной мере относится и к оценке эффективности установок и систем пожарной сигнализации.

Эффективность применения систем пожарной сигнализации и установок автоматического пожаротушения на объектах обусловлена сокращением материального ущерба от пожара или достижением требуемого уровня защиты людей при возникновении пожара [24]. Эффективность рассматриваемых систем должна отвечать оптимальным (или наилучшим из возможных вариантов) соотношением таких основных свойств, как время обнаружения и тушения пожара, надежность и стоимость системы. Эти показатели связаны между собой. При изменении одного из них меняется и соотношение между другими, а значит, изменяется эффективность системы в целом. Задача состоит в том, чтобы найти такое соотношение между этими величинами для конкретного объекта, при котором общие потери от пожара $W_{общ}$ и стоимость системы (капитальные и эксплуатационные затраты) были бы минимальны.

Эффективность систем ПА можно оценивать по критерию средних потерь:

$$W_{общ} = W_n + W_{лс} + W_k + W_{\Sigma} \rightarrow \min,$$

где: W_n – средние потери от пожара; $W_{лс}$ – потери от ложных срабатываний; W_k – капитальные затраты; W_{Σ} – эксплуатационные затраты.

В общем случае необходимо, чтобы возможные годовые потери от пожара на данном объекте были существенно выше, чем стоимость системы. В этом случае за счет использования таких систем будут сохранены значительные материальные ценности. Средние потери от пожара можно определить по формуле

$$W_n = \{(Y_n - E_n)K_2 + E_n\}S_n,$$

где: Y_n, E_n – ущерб от пожара при наличии ПА на объекте и ее отсутствии; K_2 – коэффициент готовности системы; S_n – интенсивность потока пожаров на объекте.

Ущерб изменяется за счет снижения времени обнаружения и тушения пожара и соответственно затрат на пожаротушение. Ущерб от пожара опреде-

ляется расчетным или статистическим способом с учетом косвенного ущерба. Потери от ложных срабатываний систем необходимо также учитывать, так как они влияют на общую эффективность.

$$W_{лс} = C_{лс} J_n \tau,$$

где: $C_{лс}$ – стоимость одного ложного срабатывания; J_n – поток ложных срабатываний; τ – время, за которое оценивается эффективность системы.

Рассмотренные показатели нужны, прежде всего, для определения, какой вариант пожарной автоматики может быть применен для данного объекта защиты.

Показатели надежности являются ведущими при оценке эффективности в процессе длительной эксплуатации систем пожарной автоматики.

3.2 Оценка надёжности систем пожарной автоматики

При анализе надежности очень важно пользоваться общей терминологией. Особенно это относится к определению понятий «отказ» и «работоспособность». Каждый конкретный вид техники имеет свои критерии определения работоспособности и возникновения отказа [32, 33, 34, 35].

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Неисправное состояние – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния. При неисправном состоянии объект еще может выполнять свое основное назначение, но это возможно при существенном снижении эффективности.

Предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. На рис. 105 приведена схема состояний и событий, которая иллюстрирует основные термины.

Данные понятия охватывают основные технические состояния объекта. Каждое из них характеризуется совокупностью значений параметров, описывающих состояние объекта, и качественных признаков, для которых не применяются количественных оценок. Номенклатуру этих параметров и признаков, а также пределы допустимых их изменений устанавливают в нормативно-технической и (или) конструкторской документации на объект.

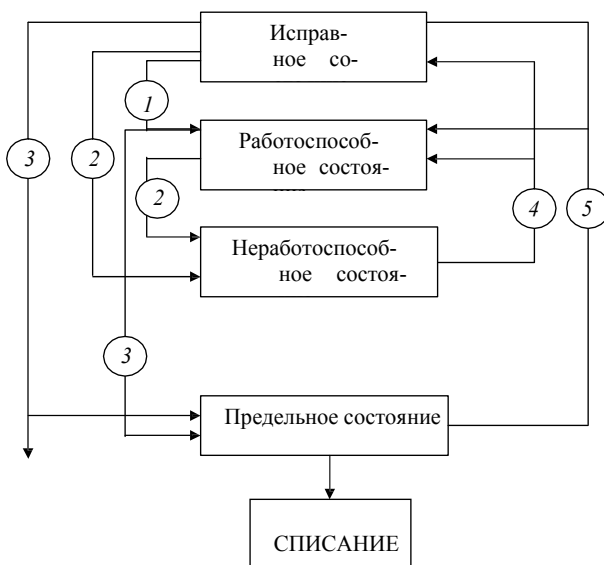


Рис. 105. Схема основных состояний и событий:
1–5 – процессы перехода из одного состояния в другое

Переход объекта из одного состояния в другое обычно происходит вследствие повреждения или отказа.

Работоспособный объект в отличие от исправного должен удовлетворять лишь тем требованиям нормативно-технической, конструкторской документации, выполнение которых обеспечивает нормальное применение объекта по назначению. Очевидно, что неисправный объект может быть работоспособным (например, не удовлетворять эстетическим или эргономическим требованиям в полной мере), если при этом его показатели назначения находятся в соответствии с требованиями технических условий или стандартов.

Переход объекта из исправного состояния в неисправное происходит вследствие дефектов. Если объект переходит в неисправное, но работоспособное состояние, то это событие называют повреждением; если объект переходит в неработоспособное состояние, то это событие называют отказом. В сложных объектах, например, сложных комплексных системах автоматической противопожарной защиты, возможно более подробное деление состояний объекта с выделением промежуточных состояний с пониженными уровнями качества функционирования, т.е. эффективности.

Переход объекта в предельное состояние влечет за собой временное или окончательное прекращение применения объекта по назначению, т.е. выводу из эксплуатации.

Объекты бывают ремонтируемые, для которых проведение ремонтов предусмотрено в нормативно-технической, конструкторской документации и неремонтируемые. Для неремонтируемых объектов имеет место предельное со-

стояние, которое предполагает окончательное прекращение применения объекта по назначению (списание). Это обусловлено тем обстоятельством, что начиная с некоторого момента времени дальнейшее применение по назначению пока еще работоспособного объекта, согласно определенным критериям, оказывается недопустимым в связи с опасностью или вредностью этого использования.

Для ремонтируемых объектов требуется отправка объекта в капитальный или средний ремонт, т.е. временное прекращение применения объекта по назначению.

Возникновение отказов происходит в какой-либо момент времени, который является случайной величиной, т.е. заранее неизвестно, когда это событие произойдет. После возникновения отказа производится восстановление работоспособного состояния объекта или снятие его с эксплуатации. Причем начало восстановления зависит от способа и времени обнаружения отказа. Длительность (время) восстановления зависит от ряда свойств объекта (ремонтпригодности, конструкции) и от свойств системы технического обслуживания и ремонта. При налаженной эксплуатации процессы возникновения отказов и восстановления работоспособности объекта протекают в установившемся режиме. Изучением этих процессов занимается теория надежности с применением современных методов математического и физического моделирования.

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность является сложным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения состоит из сочетаний свойств: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Для оценки свойств надежности применяют специальные показатели, сочетание нескольких показателей позволяет достаточно полно количественно оценить надежность объектов в разных условиях функционирования.

Выбор показателей надежности для конкретного объекта – достаточно сложная задача, которая решается с учетом технических, технологических, организационных и экономических аспектов его функционирования. Применяются показатели надежности единичные, т.е. количественно характеризующие

только одно свойство надежности, и комплексные, характеризующие не менее двух свойств надежности.

К показателям безотказности относятся вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов, параметр потока отказов и некоторые другие.

Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает. В УПА наработка на отказ оценивается по времени эксплуатации, т.е. обязательно должен быть определен интервал времени от 0 до t_0 , за который производится количественная оценка.

Вероятность безотказной работы $P(t_0)$ в интервале от 0 до t_0 определяется по формуле

$$P(t_0) = 1 - F(t_0),$$

где: $F(t_0)$ – функция распределения наработки до отказа.

Для удобства преобразований в различных расчетах вводят понятие «вероятность отказа» – вероятность того, что объект откажет хотя бы один раз в течение заданного времени работы, будучи работоспособным в начальный момент времени. Вероятность отказа $Q(t_0)$ в интервале времени от 0 до t_0

$$Q(t_0) = F(t_0) = 1 - P(t_0).$$

Средняя наработка до отказа – это математическое ожидание наработки объекта до первого отказа t , оно определяется по формуле:

$$t = \int_0^{\infty} [1 - F(t)] dt$$

Средняя наработка на отказ означает наработку восстанавливаемого объекта, приходящуюся в среднем на один отказ, при определенной продолжительности эксплуатации. Этот термин применяется при оценке надежности объекта, который в процессе эксплуатации может неоднократно находиться в состоянии отказа.

Интенсивность отказов – условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник. Интенсивность отказов определяют по формуле:

$$\lambda(t) = \frac{1}{1 - F(t)} \frac{d}{dt} F(t) = - \frac{1}{P(t)} \frac{d}{dt} P(t).$$

Интенсивность отказов показывает вероятность возникновения отказа в единицу времени, является величиной изменяемой в процессе эксплуатации и одной из наиболее часто применяемых величин в расчетах надежности, через которую можно, зная вид функции распределения наработки до отказа $F(t)$, определить другие показатели безотказности.

Параметр потока отказов – это отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки. Параметр потока отказов используют в качестве показателя безотказности восстанавливаемых объектов, эксплуатация которых описывается следующим образом (см. рис. 99): в начальный момент времени объект начинает работу и работает до отказа, после отказа происходит восстановление работоспособности, и объект вновь работает до отказа, при этом время восстановления не учитывается. Моменты отказов на оси времени образуют поток отказов, который характеризуется математическим ожиданием числа отказов за время t :

$$\Omega(t) = M[r(t)],$$

где: $\Omega(t)$ – ведущая функция потока; M – символ математического ожидания; $r(t)$ – число отказов за время t .

Параметр потока отказов $\omega(t)$ характеризует среднее число отказов, ожидаемое в малом интервале времени Δt :

$$\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{M[r(t+\Delta t)] - M[r(t)]}{\Delta t}.$$

Параметр потока оценивает то же свойство отказов для восстанавливаемых объектов, что и интенсивность отказов для невосстанавливаемых.

К показателям долговечности относятся средний и назначенный ресурс, средний и назначенный срок службы, гамма-процентный ресурс и срок службы. В установках пожарной автоматики в качестве показателя долговечности применяется срок службы, поэтому рассмотрим эти термины.

Средний срок службы – это математическое ожидание срока службы, измеряемое в единицах времени.

Гамма-процентный срок службы – календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта, в течение которой он не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью, выраженная в процентах.

Назначенный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации объекта, при достижении которой применение по назначению должно быть прекращено. При достижении объектом назначенного срока службы в зависимости от назначения, особенностей эксплуатации, технического состояния и других факторов объект может быть списан, направлен в средний или капитальный ремонт, передан для применения не по назначению или может быть принято решение о продолжении эксплуатации.

Срок службы указывается в технической документации на отдельные устройства и элементы пожарной автоматики.

К показателям ремонтпригодности относятся вероятность восстановления работоспособного состояния и среднее время восстановления работоспособного состояния.

Вероятность восстановления работоспособного состояния – это вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не

превысит заданного. Количественно эта вероятность представляет собой значение функции распределения времени восстановления $F_{\text{в}}(t)$ при $t_{\text{в}} = T_3$, где T_3 – заданное время восстановления.

Среднее время восстановления работоспособного состояния – это математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния. Время восстановления отсчитывают либо непрерывно, либо из него по определенным признакам исключают интервалы времени, не обусловленные непосредственно выполнением восстановительных работ. В связи с этим различают общее время восстановления работоспособности объекта и оперативное время восстановления работоспособности объекта.

Техническое обслуживание установок пожарной автоматики очень часто производится централизованно и в этом случае общее время восстановления складывается из целого ряда составляющих: времени обнаружения отказа, времени сообщения об отказе, времени приезда обслуживающего персонала и оперативного времени восстановления работоспособности установки.

Среднее время восстановления $t_{\text{в}}$ определяют по формуле

$$t_{\text{в}} = \int_0^{\infty} [1 - F_{\text{в}}(t)] dt$$

Иногда в математических моделях оценки надежности применяют понятие интенсивность восстановления. Эта величина обратная времени восстановления:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{в}}}$$

К показателям сохраняемости относятся средний срок сохраняемости и гамма-процентный срок сохраняемости. Эти показатели аналогичны показателям безотказности и долговечности, только оценка их численного значения производится по статистическим данным об отказах объекта в процессе хранения.

Все перечисленные показатели являются единичными. Вместе с тем в процессе эксплуатации объекта возникает необходимость оценить и безотказность и ремонтпригодность. Для этого применяют комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности и др.

Коэффициент готовности – это вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается. Коэффициент готовности изменяется во времени, однако в некоторых условиях, когда процессы возникновения отказов и процессы восстановления работоспособности имеют стационарное значение, т.е. объект находится в стационарном режиме эксплуатации, его значение можно определять по формуле

$$K_2 = \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{в}}}$$

где: T_0 – средняя наработка на отказ; $t_{\text{в}}$ – среднее время восстановления.

Коэффициент оперативной готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного интервала времени. До этого момента объект может находиться в режиме дежурства при полных или облегченных нагрузках, но без выполнения заданных рабочих функций. Коэффициент оперативной готовности определяется по формуле

$$Koz(t) = Kz(t)P(\Delta t),$$

где: $Kz(t)$ – коэффициент готовности; $P(\Delta t)$ – вероятность безотказной работы за заданное время Δt ; Δt – время работы объекта для выполнения задачи.

Таким образом, надежность установок пожарной автоматики может быть оценена с применением нескольких показателей надежности, как единичных, так и комплексных.

Надежность установки пожарной автоматики в целом оценивается по комплексному показателю, а набор единичных показателей дополняет оценку для разработки различных мероприятий по повышению надежности.

В формулы для оценки различных показателей надежности входит такое понятие, как функция распределения наработки до отказа и функция распределения времени восстановления. Нарботка на отказ и время восстановления – величины случайные, т.е. они могут быть оценены только в терминах теории вероятности. Случайные величины характеризуются функцией распределения, по которой можно произвести оценку параметров этого распределения. В теории надежности используются различные распределения – экспоненциальное, Рэлея, нормальное, гамма-распределение, Вейбулла и др. Для оценки надежности проводится сбор статистических данных об отказах, затем методами математической статистики определяется вид распределения случайной величины, производится оценка средних ее значений.

По данным проведенных исследований наработка на отказ подавляющего большинства элементов пожарной автоматики (электронных устройств, реле, клапаны и др.) подчиняется экспоненциальному закону, т.е.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad \text{где: } \lambda = \frac{1}{T_0}$$

В дальнейшем при рассмотрении различных математических моделей оценки надежности распределение наработки на отказ будет приниматься экспоненциальным.

В этом случае вероятность безотказной работы будет равна

$$P(t) = e^{-\lambda t}.$$

Из приведенной формулы видно, что при экспоненциальном распределении наработки на отказ упрощается вычисление всех показателей надежности.

Одним из важнейших методов повышения надежности объекта являются методы резервирования.

Цель резервирования – обеспечить отказоустойчивость объекта в целом, т.е. сохранить его работоспособность, когда возник отказ одного или нескольких элементов.

Резервирование – это применение дополнительных средств и возможностей, среди которых в пожарной автоматике различают структурные, информационные и функциональные.

По способу ввода резерва применяют резервирование замещением, динамическое, постоянное и смешанное резервирование.

Структурное резервирование, т.е. резервирование элементов или блоков в схеме, применяется достаточно широко. Например, резервируются насосы в УПА, блоки питания, причем резерв включается автоматически при получении сигнала об отказе основного элемента. В защищаемых помещениях размещают не менее двух пожарных извещателей, что является постоянным резервированием, каждый из извещателей является одновременно и основным, и резервным элементом.

Динамическое резервирование применяется в микропроцессорных системах пожарной сигнализации, когда при обрыве и коротком замыкании шлейфа автоматически происходит перестройка алгоритма работы системы и переключение некоторых ее элементов, что приводит к дальнейшему функционированию, но с некоторой потерей эффективности. Постоянное резервирование – без перестройки структуры объекта при возникновении отказа – применяется в схемных решениях систем пожарной сигнализации, когда некоторые электронные элементы имеют постоянно включенный резерв.

Информационное резервирование в пожарной автоматике применяется в системах сигнализации: звуковой и световой сигналы о пожаре и повреждении, в микропроцессорных устройствах – резервирование информации на табло и на мониторе информационной системы и т.п.

Функциональное резервирование – резервирование, при котором разные элементы выполняют одну и ту же функцию. Например, резервирование системы насосов пневмобаком с расчетным количеством воды или пенообразователя.

Кроме резервирования применяют эффективные средства повышения надежности: снижение номинальной нагрузки и работа в дежурном режиме без нагрузки.

Оценка надежности систем пожарной автоматики на этапе проектирования.

Расчет показателей надежности установок пожарной автоматики должен быть составляющей процесса проектирования [35,36].

На первом этапе создания схемы УПА проектирования стремятся найти ее принципиальное решение, а затем выбирают элементы таким образом, чтобы обеспечить ее работоспособность. При этом необходимо выбрать элементы, обладающие не только устойчивостью параметров к воздействию окружающей среды, режимов, нагрузок и т.п., но и незначительной долей отказов в предлагаемом режиме эксплуатации. Необходимо знать надежность УПА при реше-

нии вопроса о выборе вида и типа пожарной автоматики для защиты того или иного объекта.

Разработаны различные методы количественной оценки надежности установок и систем пожарной автоматики, которые можно разделить на несколько групп [6]:

- расчетные методы оценки надежности ПА по внезапным отказам;
- моделирование процессов функционирования аппаратуры с целью оценки ее надежности;

- испытания на надежность.

Если известна структура аппаратуры и функциональная связь между ее элементами, а также числовые характеристики надежности элементов, то расчетным способом можно определить числовые значения показателей надежности. Однако в основном их можно свести к двум разновидностям: расчет надежности по внезапным отказам и расчет надежности с учетом контроля (автоматического, циклического и ручного) работоспособности объекта.

Оценка надежности принципиальных решений УПА базируется на расчетном методе, в основе которого лежит априорная (предварительная) информация об элементах, которая, как правило, содержит:

- режим работы элемента (климатические и механические воздействия, электрическая нагрузка и другие воздействия);

- число элементов данного типа, находящихся в эксплуатации;

- плотность вероятности распределения времени работы элемента до отказа;

- наработку каждого элемента до полного отказа и число отказавших элементов за время эксплуатации;

- все сведения о функциональной схеме.

На практике априорная информация представлена в форме интенсивностей отказов $\lambda(t)$ элементов и графиков их зависимостей от температуры окружающей среды $t, ^\circ\text{C}$, и коэффициента электрической нагрузки. Эта информация дается в технических справочниках.

В основу методики расчета УПА положены следующие отправные положения:

- расчет надежности ведется по внезапным отказам;

- все однотипные элементы, входящие в состав изделия, равнонадежны, т.е. интенсивность отказов элементов одного и того же типа независимо от места и времени их изготовления тождественна;

- отказы элементов, входящих в состав изделия, а значит, и отказы изделия являются событиями случайными, а время их безотказной работы – независимыми;

- распределение времени работы изделия (элемента) до отказа подчиняется экспоненциальному закону. Расчет надежности ведется в следующей последовательности:

- составление структурно-логической схемы надежности с учетом анализа работы принципиальной схемы установки;

- выбор нормируемых показателей надежности;

- заполнение карт расчета интенсивности отказов;

определение числовых значений нормируемых показателей надежности; формирование выводов.

Структурно-логическая схема надежности (СЛСН) аппаратуры составляется на основании ее функциональной схемы и описания работы аппаратуры. Она представляет собой условную блок-схему из составных частей аппаратуры (блоков, элементов), соединенных последовательно или параллельно с учетом принятого условия отказа аппаратуры. Составные части, выход из строя одной из которых приводит к отказу аппаратуры, изображаются последовательно, а составные части, при отказе одной из которых аппаратура считается работоспособной, — параллельно. Соединение частей аппаратуры в структурно-логической схеме надежности может существенно отличаться от их схемного соединения. В зависимости от принятого условия отказа СЛСН одной и той же аппаратуры может оказаться различной. Выбор нормируемых показателей надежности ведется по математической модели эффективности или по значимости объекта и по режиму работы УПА (с восстановлением или без).

Заполнение карт расчета интенсивностей отказов элементов, входящих в аппаратуру, ведется с учетом степени загруженности элементов и климатических условий их работы. Расчет показателей надежности ведется по формулам, которые будут рассмотрены ниже.

При расчете надежности необходимо выяснить законы распределения интенсивности отказов различных элементов и в соответствии с этим выбрать методику расчета. В ПА принимается экспоненциальный закон (для оценки распределения времени отказов в установившемся режиме функционирования УПА).

Достоинством расчетного метода является возможность применения его до изготовления аппаратуры. Он обладает относительной простотой и экономичностью. При необходимости можно воспользоваться ЭВМ. Возможен анализ разнообразных условий (схемные варианты, внешние и внутренние воздействия, способ обслуживания). При расчетах надежности предполагается некоторое статическое состояние системы элементов, а также учитываются фиксированные характеристики надежности этих элементов. В действительности имеет место сложный процесс взаимодействия различных параметров.

Рассмотрим выражения для оценки вероятности безотказной работы при мере структурной схеме УПА.

Система УПА разделена на три блока: система пожарной сигнализации; прибор управления; устройство подачи огнетушащего вещества (возможна и более подробная разбивка на блоки и элементы). Вероятность безотказной работы каждого блока будет соответственно равна P_1 , P_2 , P_3 .

Вероятность безотказной работы системы P_c , состоящей из последовательно соединенных (с точки зрения надежности) блоков, равна произведению вероятностей безотказной работы отдельных блоков P_i :

$$P_c = \prod_{i=1}^n P_i = \exp[-\sum_{i=1}^n \omega_i t] = \exp[-\sum_{i=1}^n \lambda_i t]$$

Если элементы соединены параллельно, то вероятность безотказной работы определяется через вероятности отказов Q_c следующим образом:

$$P_c = 1 - Q_c = 1 - \prod_{i=1}^n q_i = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

где: Q_c – вероятность отказа системы; q_i – вероятности отказа блоков ($P = 1 - Q$ или $q = 1 - P$, по правилу полной вероятности событий $P + q = 1$); λ и ω – интенсивность отказов элементов и параметр потока отказов элементов, входящих в блок.

Эти показатели получают либо по испытаниям, либо по результатам эксплуатации. Для оценки надежности установок пожарной автоматики применяются следующие показатели: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности и вероятность безотказной работы. Дополнительными показателями могут быть любые другие в зависимости от особенностей применения УПА.

Анализ работоспособности существующих установок и систем пожарной автоматики, проведения НИР по разработке способов и выбору технических средств контроля работоспособности показал, что эффективный контроль работоспособности можно осуществить с помощью подсистем автоматического контроля.

Обеспечение высокой надежности функционирования установок пожарной автоматики достигается четко организованным техническим обслуживанием, основу которого составляют приборы и устройства, позволяющие оценить правильность функционирования установки и соответствие основным параметрам. Поэтому в соответствии с уровнем контроля применяемых систем сигнализации используют различные методы для оценки показателей надежности.

Для элементов и узлов ПА, имеющих цепи непрерывного или периодического контроля их работоспособности, в качестве показателя надежности определяют коэффициент готовности (Кги).

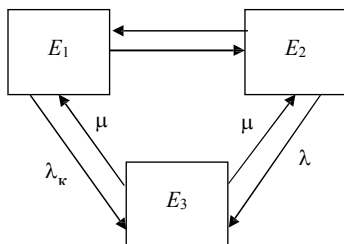


Рис.106. Состояния работоспособности основной и контролирующих цепей:

E1 – работоспособная основная и контролирующая цепи;

E2 – неработоспособная основная цепь;

E3 – неработоспособная контролирующая цепь

Если контроль исправного состояния установки осуществляется цепью контроля непрерывно, то для нахождения коэффициента готовности необходимо представить ее как сложное техническое устройство с тремя возможными состояниями: E1 – состояние готовности к работе, когда обе цепи (основная и

контролирующая) исправны; Е2 и Е3 – состояние восстановления, когда основная или контролирующая цепи восстанавливаются (рис.106).

Решив дифференциальные уравнения А. Н. Колмогорова, описывающие эти три состояния, решая их, можно показать вероятность нахождения установки в готовности при достаточно длительном протекании процесса эксплуатации:

$$K_{zu} = \frac{2\mu\lambda_K + \mu\lambda}{2\mu\lambda_K + \mu\lambda + \mu^2 + (\mu + \lambda)^2 + \lambda\lambda_K} = \frac{2\lambda_K + \lambda}{2\lambda_K + \lambda + 2\mu + 2\mu\lambda}$$

Формула дает точное значение показателя K_{zu} , когда параметр потока отказов цепи контроля соизмерим с параметрами потока отказов основной цепи. Данное условие соблюдается в системах ПА.

Системы ПА имеют ряд цепей, которые охвачены периодическим контролем, т.е. их работоспособность устанавливается в момент проведения контроля. При обнаружении отказа в период контроля он устраняется с интенсивностью μ . Интенсивность отказа основной цепи соответствует реальным режимам ($\lambda \sim 10^{-4}$ 1/ч; $\mu \sim 10^{-1}$ 1/ч).

Работоспособность цепей пожарной автоматики с периодическим контролем определим через коэффициент простоя (K_n), т.е. долю времени, в течение которого система сигнализации находится в неработоспособном состоянии в установившемся процессе эксплуатации. Коэффициент простоя K_n должен учитывать время ожидания начала восстановления вышедшего из строя объекта контроля и времени восстановления объекта контроля.

Формула для определения K_n имеет вид:

$$K_n = \pi_0 \left\{ 1 + \frac{(1 - \pi_0)\lambda}{\pi_0} \left[\frac{(T_k - \tau_k)^2}{2T_k} + \frac{\pi_K}{\alpha} \right] \right\}$$

где: λ – интенсивность отказов объекта контроля, 1/ч; τ_k – продолжительность контроля, ч; T_k – период контроля, ч; α – характеристика показателей надежности, $\alpha = \lambda + \lambda_K + \mu$; π_K – стационарный коэффициент простоя системы контроля,

$$\pi_K = \frac{\lambda_K}{\lambda_K + \mu},$$

где: λ_K – интенсивность отказов системы контроля, 1/ч; μ – интенсивность отказов и восстановления объекта контроля и системы контроля, 1/ч; π_0 – коэффициент простоя системы с идеальной СК (абсолютно надежный и непрерывный контроль работоспособности), $\pi_0 = \frac{\lambda}{\tau}$.

Анализ показывает, что для увеличения надежности установки в целом целесообразно увеличивать надежность объекта контроля за счет уменьшения λ_K , надежность системы контроля – за счет уменьшения μ .

Коэффициент готовности узлов с периодическим контролем работоспособности, исходя из определения K_n , вычисляется по формуле:

$$K_z = 1 - K_n.$$

При отсутствии системы контроля работоспособности УПА проверки установок производятся через значительные интервалы времени (сотни, тысячи часов). При отказе установки в период между проверками обнаружить неработоспособное состояние установки можно лишь при очередной проверке или при возникновении пожара.

Анализ принципиальных схем УПА показывает, что ряд элементов, узлов и цепей не имеют контроля. Их отказ может быть выявлен только при очередной проверке на функционирование.

В качестве показателя надежности можно использовать вероятность безотказной работы в течение интервала между соседними проверками. Эту величину сравнительно просто оценить по эксплуатационным данным. Принимая во внимание простейший характер потока отказов, вероятность безотказной работы неконтролируемых элементов можно определить по формуле:

$$P(\tau) = \exp[-\sum_{i=1}^n \lambda_i \tau],$$

где: λ_i – интенсивность отказов, численно равная параметру потока отказов.

Другие методы оценки надежности применяются в основном разработчиками аппаратуры.

Метод моделирования требует использования вычислительной техники. Он позволяет оценить влияние различных отказов (непрофилактируемых и т.п.) на эффективность установки ПА.

Постепенные отказы характерны для некоторых блоков, в частности, пожарных извещателей. Эти отказы вызваны изменением чувствительности извещателей в процессе эксплуатации и, как следствие, снижением вероятности своевременного обнаружения пожара. Оценка надежности в этом случае производится либо качественно – работоспособен или неработоспособен извещатель, либо используются методы статистического исследования извещателей для получения цифровых значений на объектах. На практике периодически проводится проверка работоспособности извещателей с помощью контрольных приборов, вызывающих их срабатывание. Профилактика постепенных отказов проводится путем регулировки электрических и настроечных параметров. В микропроцессорных системах ПС анализ чувствительности производится автоматически.

Оценка показателей надежности на этапе эксплуатации установок пожарной автоматики

В процессе эксплуатации в установках пожарной автоматики могут возникать отказы. После обнаружения производятся работы по восстановлению

работоспособности. Кроме того, часть отказов, так называемых скрытых, обнаруживается в процессе производства технического обслуживания. По статистическому анализу эксплуатационных данных об отказах установок получают показатели надежности, которые используются для разработки мероприятий по поддержанию надежности на заданном уровне, по планированию технического обслуживания[6].

При сборе информации об отказах следует, прежде всего, обратить внимание на соблюдение определенных условий эксплуатации АУП в целях достоверного определения количественных показателей надежности. Условия эксплуатации АУП должны соответствовать по всем параметрам паспортным данным на отдельные элементы. Превышение значений параметров может привести к увеличенному числу отказов из-за увеличения нагрузки на элемент. Такие АУП должны быть проанализированы на отказоустойчивость отдельно и должны быть разработаны мероприятия либо по приведению условий эксплуатации к норме, либо по компенсации возможных отказов АУП.

Все отказы должны быть зафиксированы в специальном журнале с указанием точного времени их возникновения. Пользоваться устными данными об отказах нельзя.

Общая схема обработки статистических данных об отказах для оценки показателей надежности следующая:

- выбор предположения о виде распределения наработки или времени восстановления;
- анализ однородности статистического материала, оценка параметров распределения;
- проверка согласия эмпирического распределения с заданным теоретическим распределением;
- оценка показателей надежности.

При выборе предположения о виде распределения наработки можно пользоваться литературой по математической статистике. В основном при оценке показателей надежности применяются нормальное распределение, экспоненциальное и гамма-распределение, распределение Вейбулла.

Наиболее распространено экспоненциальное распределение. Экспоненциальное распределение является распределением времени между событиями (отказами), появляющимися с постоянной готовностью. В теории надежности оно применяется для описания наработки сложных систем, прошедших период приработки.

Основные формулы экспоненциального распределения:
для плотности

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \\ \lambda > 0; \end{cases}$$

для функции распределения

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x}, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0; \end{cases}$$

для математического ожидания и дисперсии

$$Mx = \frac{1}{\lambda} \quad D_x = \frac{1}{\lambda^2}$$

После обработки исходные данные о надежности АУП часто представлены в виде выборок сравнительно небольшого объема, полученных в разное время при меняющихся условиях эксплуатации или относящихся к различным изделиям одного наименования. Анализ однородности исходного статистического материала проводится в целях установления возможности объединить различные выборки в одну общую (генеральную) выборку для дальнейшей обработки. Выборки считаются однородными, если функции распределения генеральных совокупностей, из которых они извлечены, совпадают по всей области их определения.

Перед анализом однородности на основе соображений технического характера и с помощью статистических методов целесообразно провести отсев единичных, резко выделяющихся наблюдений в выборке. Следует исключить из дальнейшей обработки наблюдения, для которых имело место явное нарушение нормальных условий эксплуатации. Методы анализа однородности описаны в литературе и используют критерии Фишера, Стьюдента и др. В некоторых случаях удобно производить проверку с помощью вероятностных сеток (бумаг).

Оценки параметров распределения по выборочным значениям наработок или времени восстановления производятся с учетом уровня доверительной вероятности. Например, при экспоненциальном распределении точечную оценку λ параметра вычисляют по формуле

$$\lambda = \frac{n-1}{\sum_{i=1}^n x_i},$$

где: x_i – i -е значения наработок; n – значение объема выборки.

Доверительные границы для параметра λ , т.е. допустимые по точности оценки точечного параметра с доверительной вероятностью, вычисляют по формулам:

$$\lambda_H = \frac{\lambda}{2n} x_{\beta_1}^2 \beta_1 \beta_n,$$

$$\lambda_B = \frac{\lambda}{2n}$$

где: λ_H и λ_B – соответственно нижняя и верхняя односторонние доверительные границы для параметра; λ ; $x_{\beta_1}^2 \beta_1 \beta_n$ – квантиль распределения с g степенями свободы (распределение определяется по статистическим таблицам).

При проведении статистической обработки данных об отказах АУП устанавливается согласие эмпирического и теоретического распределения с помощью критериев λ_2 и ω_2 . После установления вида распределения наработки на отказ и времени восстановления, их определения по соответствующим формулам, а также их верхних и нижних границ, можно определить точечные и ин-

тервальные оценки показателей надежности. Приведем формулы для экспоненциального распределения.

Если построена плотность распределения наработки, то точечная оценка интенсивности отказов (для невосстанавливаемых элементов) $\lambda(t)$ производится по формуле:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$$

При экспоненциальном распределении

$$\lambda(t) = \lambda,$$

где: λ – параметр экспоненциального распределения.

Если распределение наработки на отказ неизвестно, то точечную оценку для интенсивности отказов вычисляют следующим образом. Строят вариационный ряд значений наработки на отказ $x_1, x_2, \dots, x_n$.

Выбирают число интервалов l , на которые разбивают разность $x_n - x_1$. Величину интервала Δx определяют по формуле:

$$\Delta x = \frac{x_n - x_1}{l}$$

Интенсивность отказов определяют по формуле:

$$\lambda(t) = \begin{cases} \frac{n_k}{(n - \sum_{i=1}^{k-1} n_i) \Delta x}, & (k-1)\Delta x \leq t < k\Delta x; \\ 0, & t < x_1. \end{cases}$$

$$0, t < x_1.$$

Оценки для интенсивности потока отказов и потока восстановлений определяют аналогично:

$$\omega(t) = \begin{cases} \frac{n_k}{\Delta x} (k-1), & x \leq t < k\Delta x; \\ 0, & t < x_1 \end{cases}$$

Среднюю наработку на отказ, среднюю наработку между отказами, среднее время восстановления вычисляют по формуле:

$$T_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

где: $x_1, x_2, \dots, x_n$ – значения соответствующей случайной величины, полученной в результате эксплуатации.

Оценку стационарного коэффициента готовности вычисляют по формуле:

$$K_g = \frac{T_0}{T_0 + t_0},$$

где: T_0 – точечная оценка среднего времени между отказами; t_0 – точечная оценка среднего времени восстановления.

Оценку вероятности безотказной работы для экспоненциального распределения определяют (при известном значении λ) по формуле

$$P(t) = e^{-\lambda t},$$

где: λ – интенсивность отказов или потока отказов; t – время определения вероятности безотказной работы.

Таким образом, в процессе эксплуатации достаточно собрать статистические данные о времени между отказами и времени восстановления работоспособного состояния, чтобы получить полную количественную информацию о различных показателях надежности, подвергая полученные выборки статистической обработке.

В дальнейшем полученные результаты могут быть использованы при расчетах надежности на этапе проектирования и при составлении технических требований при разработке новых видов технических средств пожарной автоматики.

Методы обеспечения надежности установок пожарной автоматики

Содержание методов обеспечения надежности АУП на различных стадиях сводится к следующему [2,6].

Стадия разработки стандартов на ТСПА. Закладываются нормируемые параметры эффективности (производительность, инерционность) и соответствующие показатели надежности. Для этого используют зарубежный опыт, ГОСТы, требования заказчиков (потребителей) к надежности разрабатываемого изделия АУП, результаты НИР.

Стадия разработки (конструирования) ТСПА включает схемные и конструктивные методы и метод планирования эксплуатационных мероприятий. Схемные методы обеспечивают повышение надежности за счет упрощения схем, создания схем с автоматическим контролем работоспособности, резервирования наиболее ответственных частей. Конструктивные методы позволяют разрабатывать надежные детали и элементы в целом; правильно подбирать рабочие параметры элементов; использовать унифицированные части (детали); учитывать требования по удобству обслуживания и ремонта элементов.

Планирование эксплуатационных мероприятий на стадии разработки АУП состоит в разработке оптимальной системы технического обслуживания и ремонта, включающей плановое техническое обслуживание, текущий, средний и капитальный ремонт, обучение обслуживающего персонала и обеспечение материалами и ЗИП.

На стадии производства технических средств пожарной автоматики осуществляют следующие мероприятия:

- входной контроль качества сырья и комплектующих изделий; совершенствование технологии производства;

- автоматизацию технологических процессов изготовления деталей, сборки элементов и блоков;

- выходной контроль качества изделий службой технического контроля в соответствии с требованиями, содержащимися в технических условиях; статистическое регулирование качества продукции путем аperiodических заводских испытаний;

- «тренировку» (обкатку) элементов и блоков на заводских стендах до устранения приработочных отказов.

На стадии разработки технического задания на проектирование АУП для объекта производится учет нормированных или требуемых заказчиком показателей надежности, выбор и обоснование показателей надежности, разрабатывается программа обеспечения надежности.

На стадии проектирования АУП объекта важным для обеспечения эффективности и надежности являются следующие мероприятия:

- правильный выбор вида АУП, типа установки внутри данного вида;

- учет условий эксплуатации;

- выбор надежных элементов и блоков;

- резервирование пусковых систем и огнетушащих средств;

- обоснованный расчет установки;

- соблюдение требований СП 5.13130.009 по информационным показателям и резервированию.

Наиболее ответственными являются этапы разработки ТЗ и проектирования, поскольку именно здесь закладывается определенный уровень надежности отдельных средств и установки в целом. Поэтому органы ГПН периодически осуществляют экспертизу проектов проектных организаций с позиции соответствия установок требуемой эффективности и надежности.

На стадии монтажа АУП реализация запроектированных показателей эффективности и надежности достигается следующими методами: осуществлением входного контроля оборудования; авторским надзором за монтажом; строгим выполнением проектных решений; качественным выполнением сборочных, сварочных, крепежных и окрасочных работ; наладкой и испытанием установки.

На стадии эксплуатации АУП оценивается ее надежность, что позволяет разрабатывать и корректировать правила эксплуатации; разрабатывать рекомендации по совершенствованию конструирования, изготовления, проектирования и монтажа АУП, а также системы технического обслуживания.

Важнейшим условием поддержания запроектированного уровня надежности АУП является квалификация персонала, осуществляющего эксплуатацию установок, а также выполнение требуемого технического обслуживания АУП.

Таким образом можно выделить основные направления работы по повышению эффективности систем пожарной сигнализации:

увеличение сроков жизненного цикла установок и систем пожарной сигнализации;

применение новых физических принципов и технологий обнаружения;

применение новых технологий для изготовления чувствительных элементов ИП (сенсоров);

совершенствование методов сертификационных испытаний компонентов и систем пожарной сигнализации;

повышение живучести систем и компонентов;

использование возможностей интеграции систем пожарной сигнализации с комплексными системами безопасности объектов;

повышение эксплуатационных характеристик изделий;

повышение надёжности программного обеспечения систем;

разработка требований к сертификационным испытаниям мультисенсорных ИП;

полный переход на адресные и адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации;

развитие нормативной базы в области систем пожарной автоматики с учётом мирового опыта;

создание статистической базы позволяющей оценивать эффективность применения систем пожарной сигнализации;

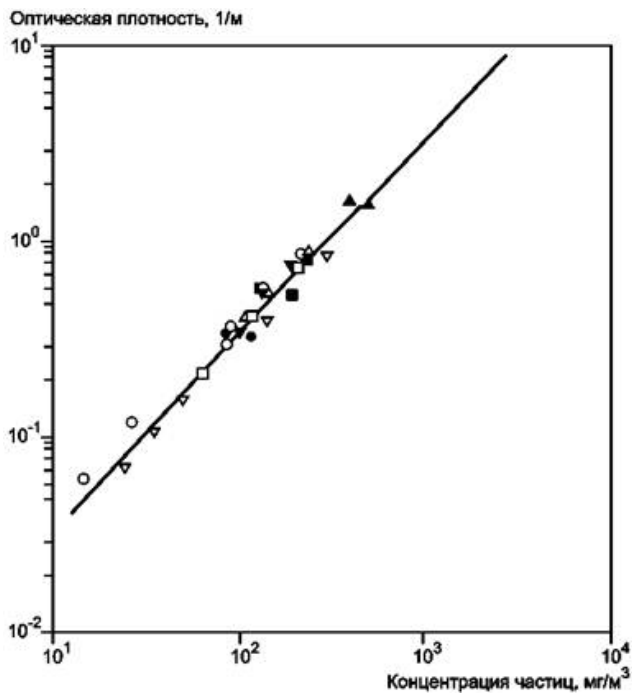
технологическая дисциплина при изготовлении установок приборов и систем пожарной автоматики

строгое соблюдение требований нормативной базы при проведении расчёта пожарных рисков и проектировании систем пожарной сигнализации и АУПТ.

**Факторы, влияющие на возникновение, развитие
и распространение пожара в здании**
(ГОСТ Р 54081-2010)

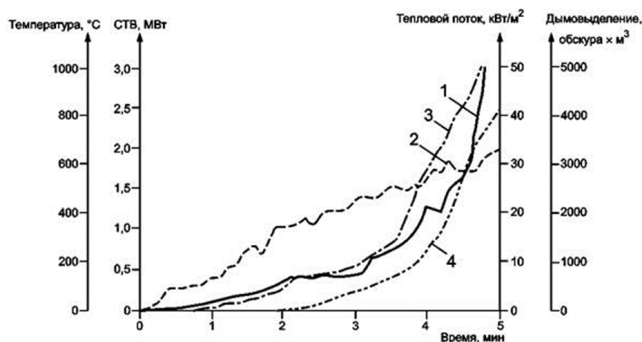


**Зависимость удельной видимости или длины луча от оптической
плотности дыма, характерной для пожаров**
(ГОСТ Р 54081-2010)



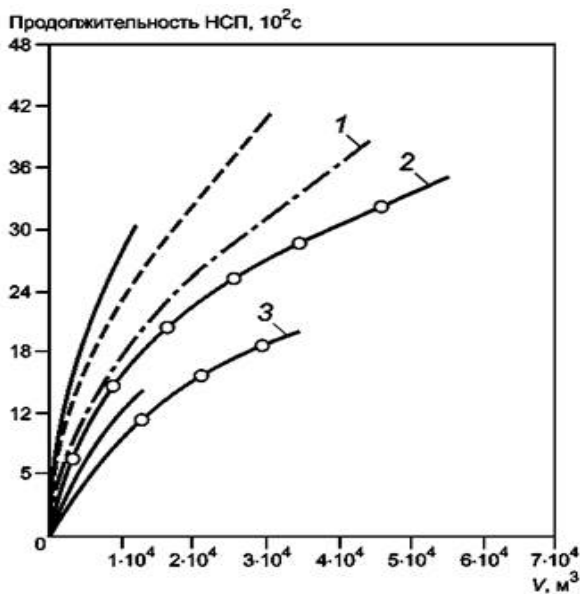
**Зависимости между основными характеристиками пожара
в начальной стадии в помещении (объеме)**
(ГОСТ Р 54081-2010)

Полномасштабные испытания при пожаре в комнате с открытыми проемами (далее – вентилируемое помещение), стены которой облицованы древесно-слоистой плитой.



- 1 – изменение скорости тепловыделения (СТВ),
- 2 – изменение скорости температуры газа под потолком,
- 3 – изменение скорости теплового потока на пол,
- 4 – полное дымовыделение в зависимости от времени после воспламенения

**Зависимость минимальной продолжительности
начальной стадии пожара (НСП) от объема V ,
высоты H помещения и удельной плотности приведенной
пожарной нагрузки q
(ГОСТ Р 54081-2010)**



$$H = 6,6;$$

$$1 - q = (2,4 - 14) \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2};$$

$$2 - q = (67 - 110) \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2};$$

$$3 - q = 640 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$$

**Группы помещений (производств и технологических процессов)
по степени опасности развития пожаров в зависимости
от их функционального назначения и пожарной нагрузки
сгораемых материалов**

(СП 5.13130.2009 в ред. Изменения № 1,
утв. Приказом МЧС РФ от 01.06.2011 № 274; Приложение Б)

Группа помещений	Перечень характерных помещений, производств, технологических процессов
1	Помещения книгохранилищ, библиотек, цирков, хранения сгораемых музейных ценностей, фондохранилищ, музеев и выставок, картинных галерей, концертных и киноконцертных залов, ЭВМ, магазинов, зданий управлений, гостиниц, больниц
2	Удельная пожарная нагрузка 181 - 1400 МДж/кв. м. Помещения деревообрабатывающего, текстильного, трикотажного, текстильно-галантерейного, табачного, обувного, кожевенного, мехового, целлюлозно-бумажного и печатного производств; окрасочных, пропиточных, малярных, смесеприготовительных, обезжиривания, консервации и расконсервации, промывки деталей с применением ЛВЖ и ГЖ; производства ваты, искусственных и пленочных материалов; швейной промышленности; производств с применением резинотехнических изделий; предприятий по обслуживанию автомобилей; гаражи и стоянки, помещения категории В3
3	Помещения для производства резинотехнических изделий
4.1	Удельная пожарная нагрузка 1401 - 2200 МДж/кв. м. Помещения для производства горючих натуральных и синтетических волокон, окрасочные и сушильные камеры, участки открытой окраски и сушки, краско-, лако-, клееприготовительных производств с применением ЛВЖ и ГЖ, помещения категории В2
4.2	Удельная пожарная нагрузка более 2200 МДж/кв. м. Машинные залы компрессорных станций, станций регенерации, гидрирования, экстракции и помещения других производств, перерабатывающих горючие газы, бензин, спирты, эфиры и другие ЛВЖ и ГЖ, помещения категории В1
5	Склады несгораемых материалов в сгораемой упаковке. Склады трудносгораемых материалов
6	Склады твердых сгораемых материалов, в том числе резины, РТИ, каучука, смолы
7	Склады лаков, красок, ЛВЖ, ГЖ

Примечания:

1. Группы помещений определены по их функциональному назначению. В тех случаях, когда невозможно подобрать аналогичные производства, группу следует определять по категории помещения.
2. Категория помещений определяется в зависимости от удельной пожарной нагрузки по [10].
3. Параметры установок водяного и пенного пожаротушения для складских помещений, встроенных в здания, помещения которых относятся к 1-й группе, следует принимать по 2-й группе помещений.
4. В общем случае для группы помещений 2 расход и интенсивность орошения водой или раствором пенообразователя следует увеличить по сравнению с нормативными значениями, приведенными в таблице 1 для группы помещений 2, не менее чем:
при удельной пожарной нагрузке более 1400 МДж/кв. м - в 1,5 раза;
при удельной пожарной нагрузке более 2200 МДж/кв. м - в 2,5 раза.

Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемого помещения и вида пожарной нагрузки

*(СП 5.13130.2009 в ред. Изменения № 1,
утв. Приказом МЧС РФ от 01.06.2011 № 274)*

Таблица М.1

Перечень характерных помещений производств, технологических процессов	Вид пожарного извещателя
1. Производственные здания: 1.1. С производством и хранением: изделий из древесины синтетических смол, синтетических волокон, полимерных материалов, текстильных, текстильно-галантерейных, швейных, обувных, кожаных, табачных, меховых и целлюлозно-бумажных изделий, целлулоида, резины, резинотехнических изделий, горючих рентгеновских и кинофотопленок, хлопка	Дымовой, тепловой, пламени
лаков, красок, растворителей, ЛВЖ, ГЖ, смазочных материалов, химических реактивов, спиртоводочной продукции	Тепловой, пламени
щелочных металлов, металлических порошков	Пламени
муки, комбикормов, других продуктов и материалов с выделением пыли	Тепловой, пламени
1.2. С производством: бумаги, картона, обоев, животноводческой и птицеводческой продукции	Дымовой, тепловой, пламени
1.3. С хранением: негорючих материалов в горючей упаковке, твердых горючих материалов	Дымовой, тепловой, пламени
Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС	Дымовой
2. Специальные сооружения: 2.1. Помещения для прокладки кабелей, для трансформаторов и распределительных устройств, электрощитовые	Дымовой, тепловой
2.2. Помещения для оборудования и трубопроводов по перекачке горючих жидкостей и масел, для испытаний двигателей внутреннего сгорания и топливной аппаратуры, наполнения баллонов горючими газами	Пламени, тепловой
2.3. Помещения предприятий по обслуживанию автомобилей	Дымовой, тепловой, пламени
3. Административные, бытовые и общественные здания и сооружения: 3.1. Зрительные, репетиционные, лекционные, читальные и конференц-залы, кулуарные, фойе, холлы, коридоры, гардеробные, книгохранилища, архивы, пространства за подвесными потолками	Дымовой
3.2. Артистические, костюмерные, реставрационные мастерские, кино- и светопроекционные, аппаратные, фотолаборатории	Дымовой, тепловой, пламени
3.3. Административно-хозяйственные помещения, машиносчетные станции, пункты управления, жилые помещения	Дымовой, тепловой
3.4. Больничные палаты, помещения предприятий торговли, общественного питания, служебные комнаты, жилые помещения гостиниц и общежитий	Дымовой, тепловой
3.5. Помещения музеев и выставок	Дымовой, тепловой, пламени
4. Здания и помещения с большими объемами: атриумы, производственные цеха, складские помещения, логистические центры, торговые залы, пассажирские терминалы, спортивные залы и стадионы, цирки и пр.	Дымовой
5. Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС, серверные, Data и Call-центры, центры обработки данных	Дымовой

**Пожарные извещатели
(варианты технической реализации).
Технические характеристики пожарных
извещателей производства ЗАО НВП «Болид»)**

Адресные пожарные извещатели производства ЗАО НВП Болид ДИП-34А-01-02 извещатель пожарный дымовой оптико-электронный адресно-аналоговый.

Назначение – для обнаружения возгораний, сопровождающихся появлением дыма в закрытых помещениях различных зданий и сооружений.

Особенности работы – регистрирует отраженное от частиц дыма оптическое излучение и выдает извещения «Пожар», «Внимание» или «Норма» в ответ на адресный запрос от пульта контроля и управления (ПКУ) С2000 или АРМ «Орион» через контроллер двухпроводной линии С2000-КДЛ.

Особенности извещателя:

раннее обнаружение пожара;

программная установка уровней задымленности «день-ночь»;

контроль текущего значения концентрации дыма;

предтревожное извещение «Внимание»;

контроль запыленности;

контроль работоспособности;

проверка работоспособности нажатием на световод или свечением в него лучом лазерного тестера тестера фирмы «System Sensor» или лазерного тестера «Астра-941» фирмы «ТЕКО», с выдачей извещения «Тест» или «Пожар» (зависит от настроек);

питание по двухпроводной линии связи от С2000-КДЛ;

подключение к двухпроводной линии до 127 извещателей;

световая индикация состояния;

надежная защита от насекомых;

программирование адреса (С2000, либо с ПК программой uprog);

защита от пыли в период строительства, ремонта.

Технические характеристики извещателя ДИП-34А-01-02

	ДИП-34А-01-02
Чувствительность соответствует задымленности окружающей среды с оптической плотностью	не менее 0,05 дБ/м не более 0,2 дБ/м
Инерционность извещателя при достижении пороговой удельной оптической плотности окружающей среды	не более 10 с
Напряжение питания в линии связи	8...10 В
Ток потребления	не более 0,5 мА
Диапазон рабочих температур	от -30 °С до + 55 °С
Относительная влажность воздуха	93% при + 40 °С
Размеры (диаметр х высота)	не более 100х46 мм
Масса	не более 200 г

ДИП-34ПА извещатель пожарный дымовой оптико-электронный порогово-адресный.

Назначение – для контроля состояния и обнаружения загораний, сопровождающихся появлением дыма в закрытых помещениях различных зданий и сооружений.

Особенности работы. Работа извещателя возможна в двух режимах.

Пороговый режим. В этом режиме извещатели работают со шлейфом сигнализации приёмно-контрольных приборов (в дальнейшем – ППК): Сигнал-10 (когда шлейфу присвоен тип 1 – «Дымовой»), Сигнал-20П, Сигнал-20М, Сигнал-ВК6, Сигнал-ВК-4П, Сигнал-ВК-4 исп.05, С2000-4, С2000-АСПТ, ППК-2 или аналогичных, обеспечивающих напряжение в шлейфе до 30 В и ограничивающих ток через сработавшие извещатели на уровне не более 25 мА.

Адресный режим реализуется при работе с прибором Сигнал-10, когда шлейфу сигнализации присвоен тип 14 – «Пожарный адресно-пороговый». При этом в шлейф можно включать до 10-ти извещателей (с индивидуальным адресом от 1 до 10), каждый из которых способен выдавать следующие виды извещений: «Пожар», «Неисправность», «Запыленность», «Норма», «Тест».

Особенности извещателя:

до десяти адресуемых извещателей в шлейфе;

раннее обнаружение пожара;

контроль работоспособности;

контроль запыленности;

контроль текущего значения концентрации дыма;

световая индикация состояния;

проверка работоспособности нажатием на световод или свечением в него лучом лазерного тестера тестера фирмы «System Sensor» или лазерного тестера «Астра-941» фирмы «ТЕКО», с выдачей извещения «Тест» или «Пожар» (зависит от настроек);;

надёжная защита от насекомых;

крышка для защиты от пыли в период строительства и ремонта.

Технические характеристики извещателя ДИП-34ПА

	ДИП-34ПА
Чувствительность соответствует задымленности окружающей среды с оптической плотностью	не менее 0,05 дБ/м не более 0,2 дБ/м
Инерционность извещателя при достижении пороговой удельной оптической плотности окружающей среды	не более 10 с
Напряжение в шлейфе в пороговом режиме	9...30 В
Ток потребления в пороговом режиме	не более 0,12 мА
Число извещателей в адресном шлейфе Сигнал-10	до 10
Диапазон рабочих температур	от –30°С до +55°С
Относительная влажность воздуха	93% при +40°С
Размеры (диаметр х высота)	не более 100х46 мм
Масса	не более 200 г

Неадресные пожарные извещатели производства ЗАО НВП Бolid

C2000-ИП-02-02 извещатель пожарный тепловой максимально-дифференциальный адресно-аналоговый.

Назначение – для охраны объектов от пожаров путем контроля скорости нарастания температуры, превышения порогового значения и выдачи извещений о пожаре при работе в составе комплекса технических средств «ОРИОН».

Особенности работы – извещатель по запросу с пульта контроля и управления (ПКУ) «С2000» или автоматизированного рабочего места (АРМ) «Орион» осуществляет передачу значений температуры окружающей среды в градусах Цельсия. Извещатель рассчитан на круглосуточную непрерывную работу. Извещатель относится к невосстанавливаемым, периодически обслуживаемым изделиям

Особенности извещателя:

выдача сообщения «Пожар» как при превышении максимального порога, так и при изменении градиента температуры;

обработка температуры, используя предысторию;

контроль работоспособности;

проверка работоспособности нажатием на световод или свечением в него лучом лазерного тестера тестера фирмы «System Sensor» или лазерного тестера «Астра-941» фирмы «ТЕКО», с выдачей извещения «Тест» или «Пожар» (зависит от настроек);

возможность измерения температуры, с последующей передачей через C2000-КДЛ на пульт C2000 или компьютер;

питание по двухпроводной линии связи от C2000-КДЛ;

подключение к двухпроводной линии до 127 извещателей;

программирование адреса (C2000, либо с ПК программой uprog);

световая индикация состояния.

Технические характеристики извещателя C2000-ИП-02-02

	C2000-ИП-02-02
Диапазон измеряемой температуры	от – 30 до + 65 °C
Точность измерения температуры	± 1,5 °C
Напряжение питания в линии связи	8...10 В
Ток потребления	не более 0,5 мА
Диапазон рабочих температур	от – 30 °C до + 55 °C
Относительная влажность воздуха	93% при + 40 °C
Размеры (диаметр x высота)	не более 100x46 мм
Масса	не более 200 г

ДИП-34АВТ извещатель пожарный дымовой оптико-электронный автономный.

Назначение – для контроля состояния и обнаружения загораний, сопровождающихся появлением дыма на кухне квартиры, в местах установки отопительных систем дач, коттеджей и т.п. помещений.

Особенности работы – выдает световой и мощный звуковой сигналы «Пожар». Предупреждает о необходимости замены батареи периодическим звуковым сигналом небольшой длительности и интенсивности.

Особенности извещателя:

раннее обнаружение пожара;

легкость монтажа;

контроль работоспособности;

возможность прекращения мощного звукового сигнала кнопкой;

питание от батареи типа «Крона» (в течении двух лет без замены элемента питания);

подключение к общей линии до 38 извещателей, при срабатывании одного из них звуковые сигналы будут звучать во всех местах установки группы извещателей;

световая индикация дежурного режима, перехода в режим «Пожар» и неисправности;

проверка работоспособности кнопкой «ТЕСТ»;

надежная защита от насекомых.

Технические характеристики извещателя ДИП-34АВТ

	ДИП-34АВТ
Чувствительность соответствует задымленности окружающей среды с оптической плотностью	не менее 0,05 дБ/м не более 0,2 дБ/м
Инерционность извещателя при достижении пороговой удельной оптической плотности окружающей среды	не более 10 с
Ток потребления в пороговом режиме	не более 0,01 мА
Напряжение питания	9 В
Диапазон рабочих температур	от – 10 °С до + 55 °С
Относительная влажность воздуха	93% при + 40 °С
Размеры (диаметр х высота)	не более 102х35 мм
Масса	не более 200 г

Адресные ручные пожарные извещатели производства ЗАО НВП Бolid

ИПР-513-3А (исп. 01, 02) извещатели пожарные ручные электроконтактные адресные.

Назначение – для охраны объектов от пожаров путем ручного включения сигнала пожарной тревоги при работе совместно с С2000-КДЛ.

Особенности работы – электропитание и информационный обмен извещателя осуществляются по двухпроводной линии связи (ДПЛС) контроллера С2000-КДЛ. Извещатель рассчитан на непрерывную круглосуточную работу и относится к невосстанавливаемым, периодически обслуживаемым изделиям.

Особенности извещателя:

легкость разбития пластикового окна – разламывание на две половинки при нажатии;

отсутствие дополнительных действий – срабатывание при разломе пластикового окна;

питание по двухпроводной линии связи от С2000-КДЛ;

световая индикация состояния, режима «Пожар»;

возможность эксплуатационной проверки ключом;

адрес извещателя запоминается в энергонезависимой памяти;

эргономичность;

программирование адреса (С2000, либо с ПК программой uprog);

ИПР 513-3А исп.02 оснащен встроенным разветвительно-изолирующим блоком (БРИЗ), аналогичным блоку разветвительно-изолирующему БРИЗ исп.01.

Технические характеристики извещателя ИПР-513-3А (исп. 01, 02)

	ИПР-513-3А(исп. 01, 02)
Энергия удара по пластиковому окну для выдачи тревожного извещения	не менее 0,29 Дж
Ток потребления ИПР-513-3А исп. 01 ИПР-513-3А исп. 02: - в дежурном режиме - при сработавшем БРИЗ	не более 0,5 мА не более 0,5 мА не более 3 мА
Напряжение ДПЛС	от 8...10 В
Количество включаемых в ДПЛС ИПР-513-3А исп. 02	до 40
Диапазон рабочих температур ИПР-513-3А исп. 01 ИПР-513-3А исп. 02	от –30°С до +50°С от –30°С до +55°С
Относительная влажность воздуха	93% при +40°С
Размеры	не более 100х100х40 мм
Масса	не более 200 г

Неадресные ручные пожарные извещатели производства ЗАО НВП Болид

ИПР-513-3 (исп. 01, 02) извещатели пожарные ручные электроконтактные.

Назначение – для ручного формирования сигнала пожарной тревоги или запуска систем пожарной автоматики.

Особенности работы – электропитание извещателей осуществляется от шлейфа сигнализации приемно-контрольных приборов: С2000-4, Сигнал-20П, С2000-АСПТ, Сигнал-20, Сигнал-ВКП, Сигнал-ВК-4П, Сигнал-ВК-4 исп.05, ППК-2, Сигнал-42, УСПП-01Л или аналогичных, обеспечивающих напряжение в шлейфе до 30 В и ограничивающих ток через сработавшие извещатели на уровне не более 25 мА. Извещатели рассчитаны на непрерывную круглосуточную работу. Извещатели относятся к восстанавливаемым, периодически обслуживаемым изделиям.

В дежурном режиме:

у извещателя ИПР 513-3 встроенный светодиодный индикатор выключен, ток не потребляется;

извещатель ИПР 513-3 исп.01 и ИПР 513-3 исп.02 находится в режиме одиночных миганий встроенного светодиода с периодом около 4-х секунд и потреблением тока до 50 мА.

При разрушении пластикового окна светодиод извещателей переходит в режим постоянного свечения, что подтверждает прием сигнала приемно-контрольным прибором. При этом извещатель «ИПР 513-3» уменьшает внутреннее сопротивление до величины не более 200 Ом, а ИПР 513-3 исп.01 и ИПР 513-3 исп.02 – до величины не более 500 Ом.

Особенности извещателя:

получение сообщения приемно-контрольным прибором подтверждается свечением индикатора на лицевой панели;

применяется совместно с приемно-контрольными приборами Сигнал-20, Сигнал-20П, Сигнал-ВКП, Сигнал-ВКА, Сигнал-ВК-4 исп.05, Сигнал-ВК-4П, Сигнал-ВК6, С2000-4 и другими приборами, имеющими напряжение в шлейфе сигнализации до 30 В и обеспечивающими ограничение тока при срабатывании извещателя до 30 мА;

центральная зона извещателя выполнена в виде выемки со скосами наружу в верхней и нижней частях, что обеспечивает защиту от случайного разбития окна, в центральной части выполнена ниша, внутри которой расположено окно по оси симметрии окна сделан надрез, чем облегчено разбитие его при пожаре;

проверка работоспособности производится поворотом специального ключа на четверть оборота по часовой стрелке;

извещатели ИПР 513-3 исп.01 и ИПР 513-3 исп.02 в дежурном режиме индицируют рабочее состояние миганием светодиода с периодом 4 секунды.

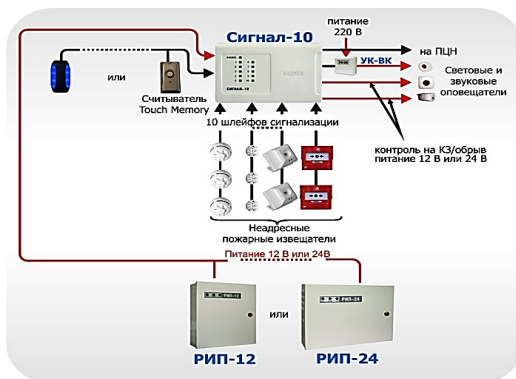
Таблица 18

Технические характеристики извещателя ИПР-513-3 (исп. 01, 02)

	ИПР-513-3(исп. 01, 02)
Энергия удара по пластиковому окну для выдачи тревожноизвещения	не менее 0,29 Дж
Коммутируемый ток	не более 25 мА
Коммутируемое напряжение	не более 30 В
Диапазон рабочих температур	от – 30 °С до + 55 °С
Размеры	не более 100х100х40 мм
Масса	не более 200 г

Несмотря на все многообразие пожарных извещателей, выпускаемых ЗАО НВП «Болид», к приборам приемно-контрольным охранно-пожарным и управления могут быть подключены неадресные пожарные извещатели сторонних производителей. Сравнительный анализ пожарных извещателей производства ЗАО НВП «Болид» и извещателей других производителей приведен в приложении 2. Из проведенного анализа видно, что неадресные ручные пожарные извещатели производства ЗАО НВП «Болид» аналогичны по функциональности неадресным ручным пожарным извещателям сторонних производителей и, в то же время, их стоимость ниже и производителем гарантируется полная совместимость с приборами. Таким образом, рекомендуется использовать ручные пожарные извещатели производства ЗАО НВП «Болид».

Неадресная система пожарной сигнализации на базе ППКОП «Сигнал-10» (оборудование ЗАО НВП Болид)



ППКОП Сигнал-10

«Сигнал-10» в автономном режиме используется на небольших и средних объектах.

У прибора имеется удобная функция управления состоянием зон посредством бесконтактных идентификаторов – ключей Touch Memory или Wiegand (до 85 паролей пользователей). Полномочия каждого ключа можно гибко настроить – разрешить полноценное управление одним или произвольной группой шлейфов, либо же разрешить только перевзятие шлейфов. Полномочия каждого ключа можно гибко настроить – разрешить полноценное управление одним или произвольной группой шлейфов, либо же разрешить только перевзятие шлейфов.

Прибор имеет:

1. Десять шлейфов сигнализации, в которые можно включать любые типы неадресных пожарных извещателей. Все шлейфы являются свободно программируемыми, т.е. для любого шлейфа можно задать типы 1, 2 и 3, а также настроить индивидуально для каждого шлейфа и другие конфигурационные параметры.

2. Два релейных выхода типа «сухой контакт» и два выхода с контролем исправности цепей подключения. К релейным выходам прибора можно подключать исполнительные устройства (световые и звуковые оповещатели), а также осуществлять с помощью реле передачу извещений на ПЦН. Во втором случае релейный выход объектового прибора включается в так называемый шлейф «общей тревоги» прибора передачи извещений, имеющий встроенный передатчик по GSM-каналу и/или выход для подключения к ГТС. Таким обра-

зом, при переходе прибора в режим «Пожар» реле замыкается, нарушается шлейф общей тревоги и происходит передача тревожного извещения на ПЦН по каналам GSM или по телефонной сети.

3. Цепь для подключения считывателя, с помощью которого реализуется удобный способ управления взятием и снятием с охраны с помощью электронных ключей или карточек. Подключать можно любые считыватели ключей Touch Memory или бесконтактных Проху-карт, имеющие на выходе интерфейс Touch Memory (например, «Считыватель-2», «С2000-Proху», «Proху-2А», «Proху-3А» и т.д.).

4. Десять индикаторов состояния шлейфов сигнализации и функциональный индикатор работы прибора.

В зависимости от типа подключаемых пожарных извещателей, при программировании конфигураций приборов шлейфам может быть присвоен один из типов:

Тип 1. ИП дымовой с распознаванием двойного срабатывания.

В ШС включаются пожарные дымовые (нормально-разомкнутые) извещатели.

Возможные режимы (состояния) ШС:

«На охране» («Взят») – ШС контролируется, сопротивление в норме;

«Снят с охраны» («Снят») – ШС не контролируется;

«Задержка взятия» – не закончилась задержка взятия на охрану;

«Внимание» – зафиксировано срабатывание одного извещателя;

«Пожар» – зафиксировано срабатывание более одного извещателя, либо после срабатывания одного извещателя истекла «Задержка перехода в Тревогу/Пожар»;

«Короткое замыкание» – сопротивление ШС менее 100 Ом;

«Обрыв» – сопротивление ШС более 6 кОм;

«Невзятие» – ШС был нарушен в момент взятия на охрану.

При срабатывании извещателя прибор формирует сообщение «Сработка датчика» и осуществляет перезапрос состояния ШС: на 3 с сбрасывает (кратковременно отключает) питание ШС. Если в течение 55 секунд после сброса извещатель срабатывает повторно, то ШС переходит в режим «Внимание».

Если повторного срабатывания извещателя в течение 55 с не произойдёт, то ШС возвращается в состояние «На охране». Из режима «Внимание» ШС может перейти в режим «Пожар», если в данном ШС работает второй извещатель, а также по истечении временной задержки, задаваемой параметром «Задержка перехода в Тревогу/Пожар».

Если параметр «Задержка перехода в Тревогу/Пожар» равен 0, то переход из режима «Внимание» в режим «Пожар» произойдёт мгновенно. Значение параметра «Задержка перехода в Тревогу/Пожар», равное 255 с (максимально возможное значение), соответствует бесконечной временной задержке, и переход из режима «Внимание» в режим «Пожар» возможен только при срабатывании второго извещателя в ШС.

Тип 2. Пожарный комбинированный однопороговый.

В ШС включаются пожарные дымовые (нормально-разомкнутые) и тепловые (нормально-замкнутые) извещатели.

Возможные режимы (состояния) ШС:

«На охране» («Взят») – ШС контролируется, сопротивление в норме;

«Снят с охраны» («Снят») – ШС не контролируется;

«Внимание» – зафиксировано срабатывание теплового извещателя или повторное срабатывание дымового извещателя;

«Пожар» – после срабатывания извещателя истекла «Задержка перехода в Тревогу/Пожар»;

«Короткое замыкание» – сопротивление ШС менее 100 Ом;

«Обрыв» – сопротивление ШС более 16 кОм (более 50 кОм для «С2000-4»);

«Невзятие» – ШС был нарушен в момент взятия на охрану.

При срабатывании теплового извещателя прибор переходит в режим «Внимание». При срабатывании дымового извещателя прибор формирует сообщение «Сработка датчика», делает перезапрос состояния ШС (см. тип 1). При подтверждённом срабатывании извещателя ШС переходит в режим «Внимание».

Из режима «Внимание» ШС может перейти в режим «Пожар» по истечении временной задержки, задаваемой параметром «Задержка перехода в Тревогу/Пожар». Если параметр «Задержка перехода в Тревогу/Пожар» равен 0, то переход из режима «Внимание» в режим «Пожар» произойдёт мгновенно. Значение параметра «Задержка перехода в Тревогу/Пожар», равное 255 с (максимально возможное значение), соответствует бесконечной временной задержке, и переход из режима «Внимание» в режим «Пожар» невозможен.

Тип 3. Пожарный тепловой двухпороговый.

В ШС включаются пожарные тепловые (нормально-замкнутые) извещатели.

Возможные режимы (состояния) ШС:

«На охране» («Взят») – ШС контролируется, сопротивление в норме;

«Снят с охраны» («Снят») – ШС не контролируется;

«Задержка взятия» – не закончилась задержка взятия на охрану;

«Внимание» – зафиксировано срабатывание одного извещателя;

«Пожар» – зафиксировано срабатывание более одного извещателя, либо после срабатывания одного извещателя истекла «Задержка перехода в Тревогу/Пожар»;

«Короткое замыкание» – сопротивление ШС менее 2 кОм;

«Обрыв» – сопротивление ШС более 25 кОм (более 50 кОм для «С2000-4»);

«Невзятие» – ШС был нарушен в момент взятия на охрану.

При срабатывании извещателя прибор переходит в режим «Внимание» по данному ШС. Из режима «Внимание» прибор может перейти в режим «Пожар», если в ШС работает второй извещатель, а также по истечении временной задержки, задаваемой параметром «Задержка перехода в Тревогу/Пожар». Если параметр «Задержка перехода в Тревогу/Пожар» равен 0, то переход из режима «Внимание» в режим «Пожар» произойдёт мгновенно. Значение параметра «Задержка перехода в Тревогу/Пожар», равное 255 с (максимально возможное

значение), соответствует бесконечной временной задержке, и переход из режима «Внимание» в режим «Пожар» возможен только при срабатывании второго извещателя в данном ШС.

Для каждого шлейфа помимо типа можно настроить такие дополнительные параметры, как:

Задержка перехода в Тревогу/Пожар – для любого из пожарных шлейфов это время перехода из состояния «Внимание» в состояние «Пожар». Шлейфы типа 1 и типа 3 (с распознаванием двойной сработки) могут также перейти в состояние «Пожар» при срабатывании второго пожарного извещателя в ШС. Если «Задержка перехода в Тревогу/Пожар» равна 255 с, то прибор не переходит в режим «Пожар» по времени (бесконечная задержка). В этом случае шлейф типа 1 и 3 могут перейти в состояние «Пожар» только по сработке второго извещателя в шлейфе, а шлейф типа 2 не перейдёт в состояние «Пожар» ни при каких условиях.

Задержка анализа ШС после сброса питания – это длительность паузы перед анализом шлейфа после снятия напряжения питания шлейфа (при перезапросе состояния пожарного шлейфа и при взятии на охрану). Такая задержка позволяет включать в шлейф извещатели с большим временем готовности (временем «успокоения»).

Без права снятия – не позволяет снять шлейф с охраны ни при каких условиях.

Автовзятие из Тревоги/Пожара – шлейф автоматически перейдёт в состояние «Взят», как только сопротивление шлейфа будет в норме в течение времени, равному численному значению этого параметра, умноженному на 15 с.

Максимальная длина шлейфов сигнализации ограничена только сопротивлением проводов (не более 100 Ом).

Каждый приёмно-контрольный прибор имеет релейные выходы. С помощью релейных выходов приборов можно управлять различными исполнительными устройствами – световыми и звуковыми оповещателями, а также осуществлять передачу извещений на ПЦН. Тактику работы любого релейного выхода можно запрограммировать, как и привязку срабатывания (от конкретного шлейфа или от группы шлейфов).

При организации системы пожарной сигнализации можно применять следующие алгоритмы работы реле:

Включить/выключить, если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «Пожар»;

Включить/выключить на время, если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «Пожар»;

Мигать из состояния включено/выключено, если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «Пожар»;

Мигать из состояния включено/выключено, если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «Пожар»;

«Лампа» – мигать, если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «Пожар» (мигать с иной скважностью, если хотя бы один из связанных шлейфов перешёл в состояние «Внимание»); включить в случае взя-

тия связанного шлейфа (шлейфов), выключить в случае снятия связанного шлейфа (шлейфов). При этом тревожные состояния более приоритетны.

«ПЦН» – включить при взятии хотя бы одного из связанных с реле шлейфов, во всех других случаях – выключить;

«АСПТ» – Включить на заданное время, если два или более шлейфов, связанных с реле, перешли в состояние «Пожар» и нет нарушения технологических ШС. Нарушенный технологический шлейф блокирует включение. Если технологический ШС был нарушен во время задержки управления реле, то при его восстановлении выход будет включен на заданное время (нарушение технологического шлейфа приостанавливает отсчёт задержки включения реле

«Сирена» – Если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «Пожар», переключаться заданное время с одной скважностью, если в состояние внимание – с другой;

«Пожарный ПЦН» – если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «Пожар» или «Внимание, то включить, иначе – выключить;

Выход «Неисправность» – если один из связанных с реле шлейфов в состоянии «Неисправность», «Невзятие», «Снят» или «Задержка взятия», то выключить, иначе включить;

Пожарная лампа – Если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «Пожар», то мигать с одной скважностью, если во «Внимание», то мигать с другой скважностью, если все связанные с реле шлейфы в состоянии «Взято», то включить, иначе выключить;

«Старая тактика ПЦН» – включить, если все связанные с реле шлейфы взяты или сняты (нет состояния «Пожара», «Неисправность», «Невзятия»), иначе – выключить;

Включить/выключить на заданное время перед взятием связанного с реле шлейфа (шлейфов);

Включить/выключить на заданное время при взятии связанного с реле шлейфа (шлейфов);

Включить/выключить на заданное время при невзятии связанного с реле шлейфа (шлейфов);

Включить/выключить при снятии связанного с реле шлейфа (шлейфов);

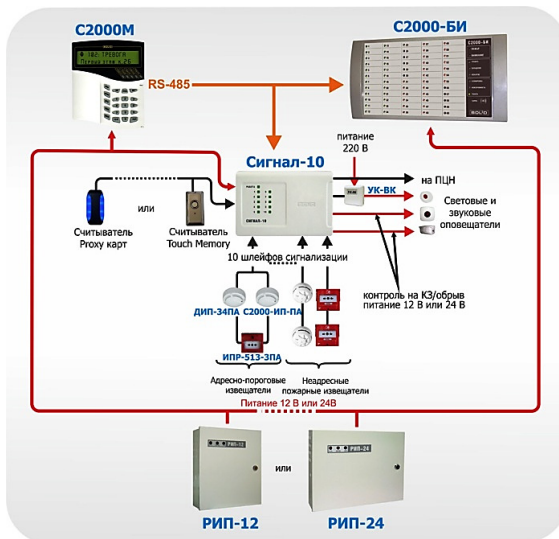
Включить/выключить при взятии связанного с реле шлейфа (шлейфов);

«АСПТ-1» – Включить на заданное время, если один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «ПОЖАР» и нет нарушенных технологических шлейфов. Если технологический шлейф был нарушен во время задержки управления реле, то при его восстановлении выход будет включен на заданное время (нарушение технологического шлейфа приостанавливает отсчёт задержки включения реле);

«АСПТ-А» – Включить на заданное время, если два или более связанных с реле шлейф блокирует включение, при его восстановлении выход останется выключенным;

«АСПТ-А1» – Включить на заданное время, если хотя бы один из связанных с реле шлейфов перешёл в состояние «ПОЖАР» и нет нарушенных технологических шлейфов. Нарушенный технологический шлейф блокирует включение, при его восстановлении выход останется выключенным.

Адресная система пожарной сигнализации с применением ППКОП «Сигнал-10» (оборудование ЗАО НВП «БОЛИД»)



Для построения адресно-пороговой пожарной сигнализации применяются: приёмно-контрольный прибор «Сигнал-10» с адресно-пороговым режимом шлейфов сигнализации;

дымовой оптико-электронный порогово-адресный извещатель «ДИП-34ПА»;

тепловой максимально-дифференциальный порогово-адресный извещатель «С2000-ИП-ПА»;

ручной порогово-адресный извещатель «ИПР 513-ЗПА».

При подключении указанных извещателей к прибору «Сигнал-10» шлейфам прибора необходимо присвоить тип 14 – «Пожарный адресно-пороговый». В один адресно-пороговый шлейф может подключаться до 10 адресных извещателей, каждый из которых способен сообщать по запросу прибора своё текущее состояние. Прибор производит периодический опрос адресных извещателей, обеспечивая контроль их работоспособности и идентификации неисправного или тревожного извещателя. «Сигнал-10» воспринимает следующие типы извещений от адресных извещателей: «Норма», «Запылён, требуется обслуживание», «Неисправность», «Пожар», «Ручной пожар», «Тест», «Отключение». Каждый адресный извещатель рассматривается как дополнительная адресная зона прибора. При работе прибора совместно с сетевым контроллером каждую адресную зону можно снять с охраны и взять на охрану. При взятии на охрану или снятии с охраны порогово-адресного шлейфа автоматически снимаются или берутся те адресные зоны, которые принадлежат шлейфу. При этом

адресные зоны, не имеющие привязки к шлейфу, при взятии или снятии порогово-адресного шлейфа не изменяют своего состояния.

При настройке прибора «Сигнал-10» существует возможность заранее указать адреса тех извещателей, которые будут включены в порогово-адресный шлейф. Для этого используется параметр «Начальная привязка ШС к адресам». Если отсутствует привязка адресной зоны извещателя к шлейфу, эта зона не участвует в формировании обобщённого состояния шлейфа, на неё не распространяются команды при взятии/снятии шлейфа.

Адресно-пороговый шлейф может находиться в следующих состояниях (состояния приведены в порядке приоритета):

«Пожар» – хотя бы одна адресная зона находится в состоянии «Ручной пожар», две или более адресных зоны находятся в состоянии «Пожар», либо истекла задержка перехода в тревогу/пожар;

«Внимание» – хотя бы одна адресная зона находится в состоянии «Пожар»;

«Неисправность» – одна из адресных зон находится в состоянии «Неисправность»;

«Отключен» – одна из адресных зон находится в состоянии «Отключен»;

«Невзятие» – в момент взятия на охрану адресная зона находится в состоянии, отличном от состояния «Норма»;

«Запылён, требуется обслуживание» – одна из адресных зон находится в состоянии «Запылён»;

«Снят с охраны» («Снят») – одна из адресных зон снята с охраны;

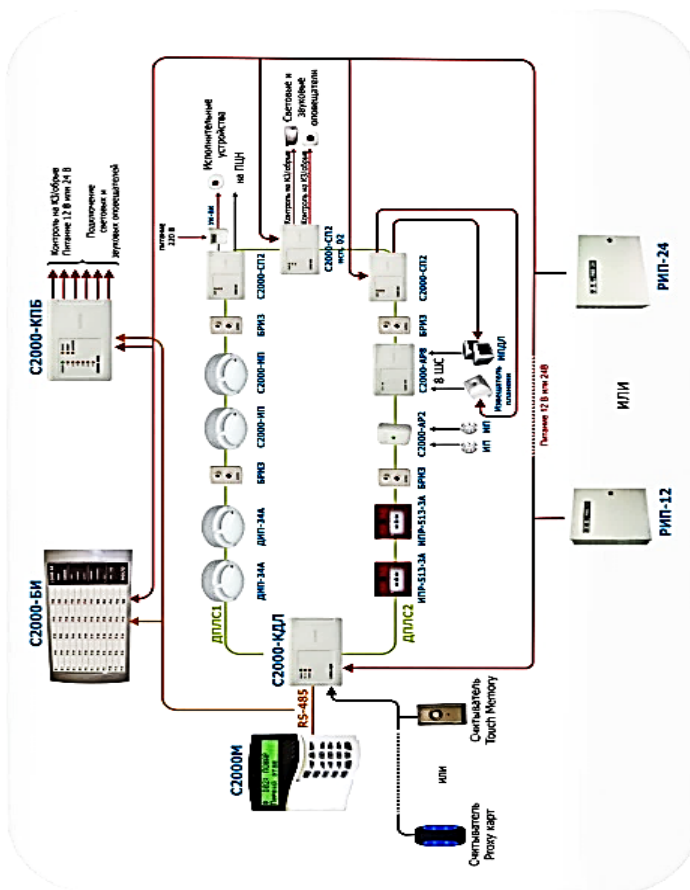
«На охране» («Взят») – все адресные зоны в норме и на охране.

Если в адресно-пороговом шлейфе зафиксировано состояние «Пожар» одной адресной зоны, шлейф переходит в состояние «Внимание». Если зафиксировано состояние «Ручной пожар» или «Пожар» у двух адресных зон, шлейф переходит в режим «Пожар». Переход из режима «Внимание» в режим «Пожар» возможен и по тайм-ауту, равному значению параметра «Задержка перехода в пожар». Если значение параметра «Задержка перехода в пожар» равно нулю, шлейф переходит в режим «Пожар» по срабатыванию одного автоматического адресного извещателя. Если значение «Задержка перехода в пожар» равно 255 (бесконечная задержка), шлейф переходит в режим «Пожар» только по срабатыванию двух автоматических адресных извещателей или одного ручного.

Если в течение 10 секунд прибор не получает ответа от извещателя, его адресной зоне присваивается состояние «Отключен». В этом случае отпадает необходимость использования разрыва шлейфа при изъятии извещателя из розетки, и сохраняется работоспособность всех остальных извещателей. Для порогово-адресного шлейфа не требуется оконечный резистор, и может использоваться произвольная топология шлейфа: шина, кольцо, звезда, а также любое их сочетание.

При организации адресно-пороговой системы охранной сигнализации для работы выходов можно применять тактики работы, аналогичные тактикам, использующимся в неадресной системе (см. выше). На рисунке 5 приведён пример организации адресно-пороговой системы пожарной сигнализации с использованием прибора «Сигнал-10».

**Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации
с использованием оборудования ЗАО НВП «БОЛИД»
(типовое решение)**



На рисунке приведён пример организации системы адресно-аналоговой пожарной сигнализации под управлением пульта «С2000М».

Адресно-аналоговая пожарная сигнализация в строится с помощью следующих устройств:

контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ»;
пожарный дымовой оптико-электронный адресно-аналоговый извещатель
«ДИП-34А»;

пожарный тепловой максимально-дифференциальный адресно-аналоговый «С2000-ИП»;

пожарный ручной адресный извещатель «ИПР 513-3А»;

блоки разветвительно-изолирующие «БРИЗ», «БРИЗ» исп. 01. Устройства предназначены для изолирования короткозамкнутых участков с последующим автоматическим восстановлением после снятия короткого замыкания. «БРИЗ» устанавливается в линию как отдельное устройство, «БРИЗ» исп. 01 встраивается в базу пожарных извещателей «С2000-ИП» и «ДИП-34А»;

адресные расширители «С2000-АР1», «С2000-АР2», «С2000-АР8». Устройства предназначены для подключения неадресных четырёхпроводных извещателей. Таким образом, к адресной системе можно подключить обычные пороговые извещатели;

контроллер двухпроводной линии связи фактически имеет один шлейф сигнализации, к которому можно подключать до 127 адресных устройств. Адресными устройствами могут являться пожарные извещатели, адресные расширители или релейные модули. Каждое адресное устройство занимает один адрес в памяти контроллера. Адресные расширители занимают столько адресов в памяти контроллера, сколько шлейфов можно к ним подключить («С2000-АР1» - 1 адрес, «С2000-АР2» - 2 адреса, «С2000-АР8 - 8 адресов). Адресные релейные модули также занимают в памяти контроллера 2 адреса. Таким образом количество защищаемых помещений определяется адресной ёмкостью контроллера. Например, с одним «С2000-КДЛ» можно использовать 127 дымовых извещателей, либо 17 дымовых извещателей и 60 адресных релейных модулей. При срабатывании адресных извещателей или при нарушении шлейфов адресных расширителей контроллер выдаёт тревожное извещение по интерфейсу RS-485 на пульт управления «С2000М».

Для каждого адресного устройства в контроллере необходимо задать тип зоны. Тип зоны указывает контроллеру тактику работы зоны и класс включаемых в зону извещателей.

Тип 2. Пожарный комбинированный. В зону данного типа включаются адресные расширители с включенными в них пороговыми извещателями. При этом у адресных расширителей будут распознаваться такие состояния, как «Норма», «Пожар», «Обрыв» и «Короткое замыкание».

Тип 3. Пожарный тепловой. В зону данного типа можно включать адресные пожарные ручные извещатели «ИПР-513-3А», а также адресные расширители с включенными в них пороговыми извещателями. Также в зону этого типа можно включить извещатель «С2000-ИП», однако при этом извещатель теряет свои аналоговые качества.

Возможные состояния зоны:

«Взято» – зона контролируется полностью;

«Снято» – зона в норме, если отсутствуют неисправности;

«Невзятие» – контролируемый параметр АУ был не в норме на момент взятия на охрану;

«Задержка взятия» – зона находится в состоянии задержки взятия на охрану;

«Пожар» – адресный тепловой извещатель зафиксировал изменение или превышение значения температуры, соответствующие условию перехода в режим «Пожар» (максимально-дифференциальный режим); адресный ручной извещатель переведён в состояние «Пожар» (разбитие стекла). Для шлейфов адресных расширителей существуют определённые значения сопротивления шлейфа, соответствующие этому состоянию;

«Короткое замыкание» – Для шлейфов адресных расширителей существуют определённые значения сопротивления шлейфа, соответствующие этому состоянию;

«Неисправность пожарного оборудования» – неисправен измерительный канал адресного теплового извещателя.

Тип 8. Дымовой адресно-аналоговый. В зону данного типа можно включать пожарные дымовые оптико-электронные адресно-аналоговые извещатели «ДИП-34А». Контроллер в дежурном режиме работы ДПЛС запрашивает числовые значения, соответствующие уровню концентрации дыма, измеряемой извещателем. Для каждой зоны задаются пороги предварительного оповещения «Внимание» и оповещения «Пожар». Пороги срабатывания задаются отдельно для временных зон «НОЧЬ» и «ДЕНЬ».

Периодически контроллер запрашивает значение запылённости дымовой камеры, полученное значение сравнивается с порогом «Запылён», задаваемого отдельно для каждой зоны.

Возможные состояния зоны:

«Взято» – зона контролируется, пороги «Пожар», «Внимание» и «Запылён» не превышены;

«Снято» – контролируется только порог «Запылён» и неисправности;

«Задержка взятия» – зона находится в состоянии задержки взятия на охрану;

«Невзятие» – на момент взятия на охрану превышен один из порогов «Пожар», «Внимание» или «Запылён» либо присутствует неисправность;

«Внимание» – превышен порог «Внимание»;

«Пожар» – превышен порог «Пожар»;

«Неисправность пожарного оборудования» – неисправен измерительный канал адресного извещателя;

«Требуется обслуживание» – превышен внутренний порог автокомпенсации запылённости дымовой камеры адресного извещателя или порог «Запылён».

Тип 9. «Тепловой адресно-аналоговый». В зону данного типа можно включать пожарные тепловые максимально-дифференциальные адресно-аналоговые извещатели «С2000-ИП». Контроллер в дежурном режиме работы ДПЛС запрашивает числовые значения, соответствующие температуре, измеряемой извещателем. Для каждой зоны задаются температурные пороги предварительного оповещения «Внимание» и оповещения «Пожар».

Возможные состояния зоны:

«Взято» – зона контролируется, пороги «Пожар» и «Внимание» не превышены;

«Снято» – контролируются только неисправности;
«Задержка взятия» – зона находится в состоянии задержки взятия на охрану;
«Невзятие» – на момент взятия на охрану превышен один из порогов
«Пожар», «Внимание» или «Запылён» либо присутствует неисправность;
«Внимание» – превышен порог «Внимание»;
«Пожар» – превышен порог «Пожар»;
«Неисправность пожарного оборудования» – неисправен измерительный канал адресного извещателя.

Для шлейфов можно настроить также и дополнительные параметры:

«Автоперевзятие» из режима «Тревога» – позволяет осуществлять автоматический переход из состояний «Тревога», «Пожар» и «Внимание» в состояние «Взято» при восстановлении нарушения зоны. При этом для перехода в состояние «Взято» зона должна находиться в норме в течение времени не меньше, чем задано параметром «Время восстановления»;

«Без права снятия» – служит для возможности постоянного контроля зоны, то есть зону с таким параметром нельзя снять шлейф с охраны ни при каких условиях.

При организации адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации в качестве релейных модулей можно применять устройства «С2000-СП2». Это адресные релейные модули, которые также подключаются к «С2000-КДЛ» по двухпроводной линии связи.

Для реле «С2000-СП2» можно применять тактики работы, аналогичные тактикам, использующимся в неадресной системе (см. выше).

Контроллер «С2000-КДЛ» также имеет цепь для подключения считывателей. Можно подключать различные считыватели, работающие по интерфейсу Touch Memory или Wiegand. Со считывателей возможно управлять состоянием зон контроллера. Помимо этого, на приборе имеются функциональные индикаторы состояния режима работы, линии ДПЛС и индикатор обмена по интерфейсу RS-485.

ДУОЖ – протокол обмена в сети RS-485

Описание протокола

Обмен ведется пакетами, в режиме: 19600 бод, 8 бит, 1 стоп бит, без контроля четности. Пакет – последовательность символов переменной длины. MASTER (ведущее устройство: регистратор, устройство настройки и тарифирования) передает пакет-запрос, адресованный одному SLAVE (ведомому устройству: датчик топлива). После передачи пакет-запроса MASTER переходит в состояние ожидания ответа. При нормальном приеме (отсутствие ошибок) пакет-ответ формируется немедленно.

Зарезервированные символы

Для реализации байт-ориентированного транспортного протокола выделены следующие символы:

SOH (код 0xFF), ETX (код 0x03), DLE (код 0x10).

Символы SOH и ETX являются ограничителями пакетов (начало и конец соответственно).

Символ DLE служит для того, чтобы было возможным передавать сами зарезервированные символы (SOH, ETX, DLE) внутри поля <Данные> и как значение контрольного байта CRC. При необходимости передать зарезервированный символ с кодом <X> он передается как последовательность DLE <~X>, где <~X> - символ с кодом 0xFF – X.

Таблица 1

Трансляция зарезервированных символов

Символ	При передаче транслируется в последовательность
0x03	0x10 0xFC
0x10	0x10 0xEF
0xFF	0x10 0x00

Преобразование выполняется прозрачным образом, т.е. при вычислении CRC будет учтен символ <X>, а не как пара DLE <~X>.

Например, вместо символа с кодом 0x10 (который совпадает с зарезервированным символом DLE) будет передана последовательность 0x10 0xEF, так как 0xEF = 0xFF – 0x10.

Соответственно, при приеме эта последовательность преобразуется в символ с кодом 0x10 = 0xFF – 0xEF

Формат пакета

Все пакеты имеют вид:

SOH <Адрес-КОМУ> <Адрес-ОТ КОГО> <Команда> <Данные> <CRC>
ETX

где:

SOH	- Start Of Header (символ с кодом 0xFF)
<Адрес-КОМУ>	- адрес получателя
<Адрес-ОТ КОГО>	- адрес отправителя
<Команда>	- команда, которую требуется выполнить (1 байт)
<Данные>	- 0..N байт, параметры <Команды>
<CRC>	- байт обнаружения ошибок пакета (1 байт)
ETX	- End of TeXt (символ с кодом 0x03)

Примечание:

Если значение байта CRC совпадет с зарезервированным символом, для него выполняется преобразование по Таблице 1.

Адреса устройств

Адреса (КОМУ) могут быть только индивидуальными. Адрес – это байт с кодом (0x70 + Addr) Допустимы следующие адреса:

0x70 – ДУОЖ с выставленным адресом 0;

0x71 – ДУОЖ с выставленным адресом 1.

Адреса в ответе

В пакет-ответе SLAVE-устройство выполняет перестановку адресов КОМУ/ОТ_КОГО.

Байт обнаружения ошибок CRC

Байт CRC служит для обнаружения (контроля) наличия ошибок в принятом пакете. Вычисляется для всех байтов пакета, начиная с поля SOH и кончая последним байтом поля <данные>. При расчете CRC используется полином:

$$X^8 + X^5 + X^4 + 1$$

Исходный код функций расчета контрольной суммы CRC представлен в приложении.

Преобразование зарезервированных символов выполняется прозрачным образом, т.е. при вычислении CRC будет учтен символ <X>, а не пара DLE <~X>.

Если значением CRC является один из зарезервированных символов, то <CRC> преобразуется по Таблице 1 в последовательность DLE <~CRC>.

Команды, реализованные в протоколе

Таблица 2

Команды

ASCII-код команды	16-тиричный код команды	Действие
'S'	0x53	Зафиксировать текущее значение уровня как минимальное или максимальное.
'P'	0x50	Считать значения минимального и максимального уровня.
'F'	0x46	Заменить минимальный и максимальный уровень пользовательскими значениями
'G'	0x47	Считать текущее значение уровня

Команды 'S', 'P', 'F' требуется для настройки аналогового выхода, после изменения длины датчика.

Команда 'S' (0x53)

Запрос:

SOH	1 байт	
<КОМУ>	1 байт	
<ОТ КОГО>	1 байт	
'S'	1 байт	зафиксировать текущее значение уровня
параметр	1 байт	если 0 то зафиксировать текущее значение уровня как минимальное если 1 то как максимальное
CRC	1 байт	
ETX	1 байт	

Ответ:

SOH	1 байт	
<КОМУ>	1 байт	значение ОТ-КОГО пакета-запроса
<ОТ КОГО>	1 байт	значение КОМУ пакета-запроса
'S'	1 байт	зафиксировано текущее значение уровня
параметр	1 байт	если 0 то зафиксировано текущее значение уровня как минимальное если 1 то как максимальное
CRC	1 байт	
ETX	1 байт	

Команда 'P' (0x50)

Запрос:

SOH	1 байт	
<КОМУ>	1 байт	
<ОТ КОГО>	1 байт	
'P'	1 байт	считать значения минимального и максимального уровня
CRC	1 байт	
ETX	1 байт	

Ответ:

SOH	0x53	
<КОМУ>	1 байт	значение ОТ-КОГО пакета-запроса
<ОТ КОГО>	1 байт	значение КОМУ пакета-запроса
'P'	1 байт	считаны значения минимального и максимального уровня
max	2 байт	значение максимального уровня (1 байт младший)
min	2 байт	значение минимального уровня (1 байт младший)
CRC	1 байт	
ETX	1 байт	

Команда 'F' (0x56)

Запрос:

SOH	1 байт	
<КОМУ>	1 байт	
<ОТ КОГО>	1 байт	
'F'	1 байт	записать значения минимального и максимального уровня
max	2 байт	новое значение максимального уровня (1 байт младший)
min	2 байт	Новое значение минимального уровня (1 байт младший)
CRC	1 байт	
ETX	1 байт	

Ответ:

SOH	0x53	
<КОМУ>	1 байт	значение ОТ-КОГО пакета-запроса
<ОТ КОГО>	1 байт	значение КОМУ пакета-запроса
'F'	1 байт	пользовательские значения минимального и максимального уровня установлены
CRC	1 байт	
ETX	1 байт	

Команда 'G' (0x47)

Запрос:

SOH	1 байт	
<КОМУ>	1 байт	
<ОТ КОГО>	1 байт	
'G'	1 байт	считать текущее значение уровня
CRC	1 байт	
ETX	1 байт	

Ответ:

SOH	0x53	
<КОМУ>	1 байт	значение ОТ-КОГО пакета-запроса
<ОТ КОГО>	1 байт	значение КОМУ пакета-запроса
'G'	1 байт	считано текущее значение уровня
cur	2 байт	текущее значение уровня жидкости (1 байт младший)
service	2 байт	служебные данные
CRC	1 байт	
ETX	1 байт	

Пример:

Получение одного значения измеряемой величины.

MASTER (программа «DUT NORM» с адресом 5)

FF 70 75 47 88 03

- FF – SOH – символ начала пакета
- 70 – адрес КОМУ
- 75 – адрес ОТ_КОГО
- 47 – код команды 'G'
- 88 – значение CRC
- 03 – ETX – символ конца пакета

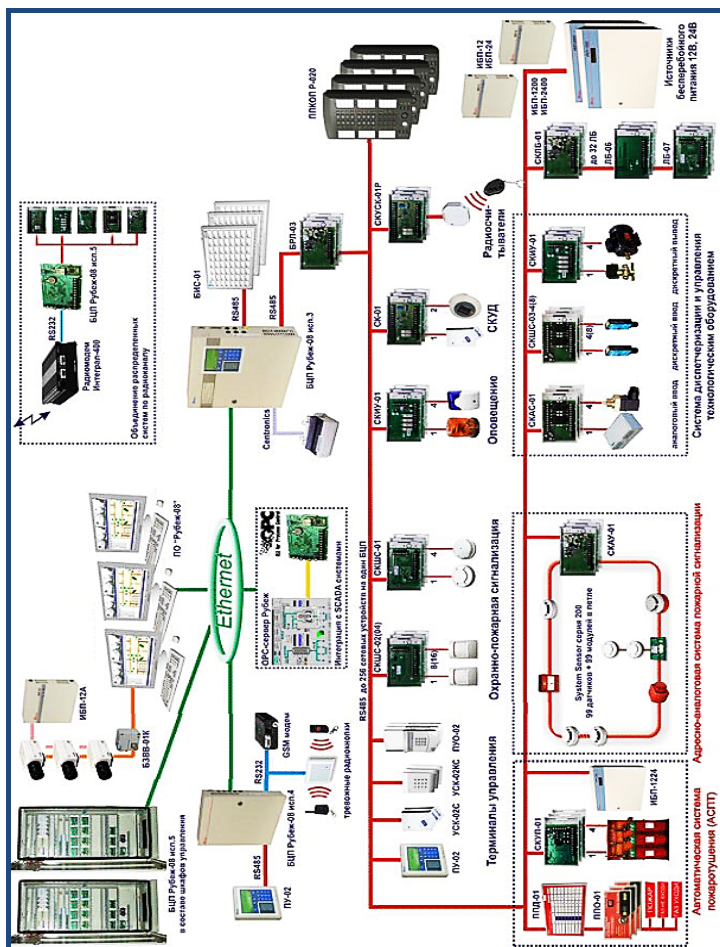
SLAVE (ДУОЖ с выставленным адресом 0)

FF 75 70 47 74 6D 00 00 F4 03

- FF – SOH – символ начала пакета
- 75 – адрес КОМУ
- 70 – адрес ОТ_КОГО
- 47 – код команды 'G'
- 74 – поле измеряемая величина, младший байт
- 6D – поле измеряемая величина, старший байт
- 00 – резерв
- 00 – резерв
- F4 – значение CRC
- 03 – ETX – символ конца пакета

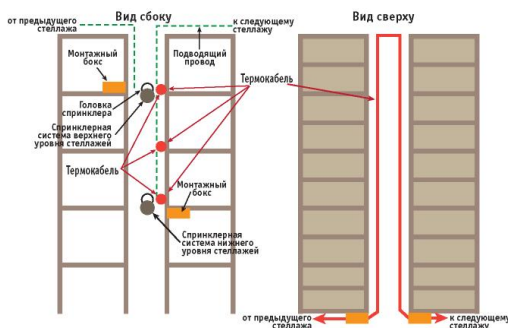
Измеряемая величина 0x6D74 (28020).

Структурная схема интегрированной системы безопасности объекта на основе адресных систем сигнализации

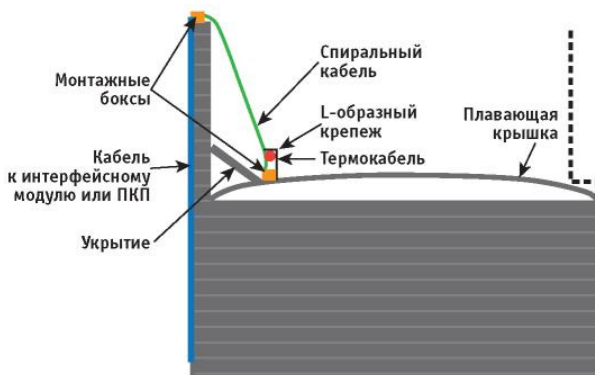


Размещение извещателей пожарных тепловых линейных в пожароопасных зонах. Зоны обнаружения линейных ИПТ

А). Пример прокладки термокабеля для защиты стеллажей с продукцией

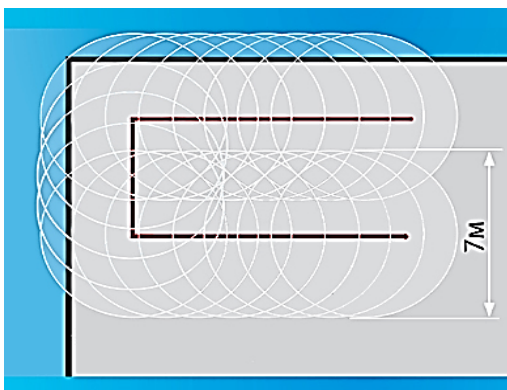


Б). Пример прокладки термокабеля для защиты резервуара с плавающей крышей



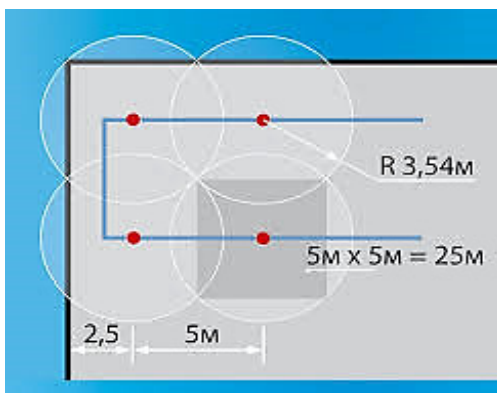
Зоны обнаружения извещателей пожарных тепловых линейных

Линейный тепловой извещатель пожарный
на основе термокабеля или оптоволокна



(Линейный тепловой извещатель защищает площадь шириной 7 м)

Линейный тепловой извещатель пожарный (многоточечный)
на основе термопар



*(Чувствительный элемент теплового многоточечного извещателя защищает площадь радиусом 3,54 м)

Извещатели пожарные тепловые

(ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний)

4.5 Извещатели пожарные тепловые точечные

4.5.1 Требования назначения

4.5.1.1 Максимальные и максимально-дифференциальные ИПТТ в зависимости от температуры и времени срабатывания подразделяют на классы: А1, А2, А3, В, С, D, E, F, G, Н. Класс ИПТТ должен быть указан в маркировке. Дифференциальные ИПТТ маркируют индексом R. Маркировка максимально-дифференциальных ИПТТ состоит из обозначения класса по температуре срабатывания и индекса R. Если класс извещателя не определен и может быть установлен на объекте (аналоговые извещатели, извещатели с перестраиваемой температурой срабатывания и т. д), то маркировка класса должна быть заменена символом Р.

4.5.1.2 Температура срабатывания максимальных и максимальнодифференциальных ИПТТ должна быть указана в ТД на ИПТТ конкретного типа и находиться в пределах, определяемых их классом, в соответствии с таблицей 4.1.

Примечание: ИПТ с температурой срабатывания выше 160 °С относят к классу Н. Допуск на температуру срабатывания не должен превышать 10%.

Таблица 4.1

Температура срабатывания ИПТТ

Класс извещателя	Температура среды, °С		Температура срабатывания, °С	
	условно нормальная	максимальная нормальная	минимальная	максимальная
A1	25	50	54	65
A2	25	50	54	70
A3	35	60	64	76
B	40	65	69	85
C	55	80	84	100
D	70	95	99	115
E	85	110	114	130
F	100	125	129	145
G	115	140	144	160
H	Указывается в ТД на извещатели конкретных типов			

4.5.1.3 Время срабатывания максимальных ИПТТ при повышении температуры от условно нормальной должно находиться в пределах, определяемых классом ИПТТ, в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.2

Время срабатывания максимальных ИПТТ

Скорость повышения температуры, °С/мин.	Время срабатывания, с	
	минимальное	максимальное
Максимальные извещатели класса А1		
1	1740	2420
3	580	820
5	348	500
10	174	260
20	87	140
30	58	100
Максимальные извещатели классов А2, А3, В, С, D, Е, F, G		
1	1740	2760
3	580	960
5	348	600
10	174	329
20	87	192
30	58	144

Примечание: время срабатывания извещателей класса Н, погружных и термоконтактных ИПТТ при различных скоростях повышения температуры (или при скачкообразном повышении температуры), а также методика проверки, должны быть указаны в ТД на ИПТТ конкретных типов.

4.5.1.4 Время срабатывания дифференциальных и максимальнодифференциальных ИПТТ при повышении температуры от 25 °С должно находиться в пределах, указанных в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Время срабатывания дифференциальных
и максимальнодифференциальных максимальных ИПТТ

Скорость повышения температуры, °С/мин.	Время срабатывания, с	
	минимальное	максимальное
5	120	500
10	60	242
20	30	130
30	20	100

4.5.1.5 Время срабатывания ИПТТ должно находиться в пределах, указанных в таблицах 4.2 и 4.3, при любом положении ИПТТ по отношению к направлению воздушного потока.

4.6 Извещатели пожарные тепловые линейные и многоточечные

4.6.1 Требования назначения

4.6.1.1 ИПТЛ (ИПТМ) в зависимости от типа чувствительного элемента и блока обработки (программного обеспечения блока обработки) могут обеспечивать выполнение функций максимального, дифференциального или максимально-дифференциального теплового ИП.

4.6.1.2 ИПТЛ (ИПТМ) могут производиться как единое техническое средство, содержащее в своем составе конкретные модификации блоков обработки, взаимодействующие с конкретными модификациями чувствительного элемента, так и в виде отдельных компонентов ИПТЛ (ИПТМ) – только блоков обработки, позволяющих взаимодействовать с разными чувствительными элементами, или только чувствительных элементов, позволяющих взаимодействовать с разными блоками обработки. В последнем случае параметры взаимодействия и типы чувствительных элементов (блоков обработки) должны быть установлены в ТД на компонент ИПТЛ (ИПТМ) конкретного типа.

4.6.1.3 Температура и инерционность срабатывания ИПТЛ (ИПТМ) должна определяться физическими характеристиками чувствительного элемента и соответствовать требованиям раздела 4.5 (для ИПТЛ (ИПТМ) не кумулятивного действия), или характеристиками блока обработки и/или программным обеспечением блока обработки (для ИПТЛ (ИПТМ) кумулятивного действия).

4.6.1.4 По температуре и инерционности срабатывания ИПТЛ (ИПТМ) должны соответствовать требованиям подраздела 4.5.

Извещатели пожарные дымовые

(ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний)

4.7 Извещатели пожарные дымовые оптико-электронные точечные

4.7.1 Требования назначения

4.7.1.1 Чувствительность ИПДОТ должна быть указана в ТД на ИПДОТ конкретного типа и находиться в пределах от 0,05 до 0,20 дБ/м.

4.7.1.2 Значение чувствительности ИПДОТ не должно зависеть от числа срабатываний извещателя (стабильность).

4.7.1.3 Значение чувствительности ИПДОТ не должно меняться от образца к образцу (повторяемость).

4.7.1.4 Значение чувствительности ИПДОТ не должно зависеть от изменения направления воздушного потока.

4.7.1.5 Значение чувствительности ИПДОТ не должно меняться при воздействии воздушного потока со скоростью до 1,0 м/с.

4.7.1.6 ИПДОТ должен сохранять работоспособность при воздействии фоновой освещенности от искусственного и (или) естественного освещения величиной не менее 12000 лк.

4.8 Извещатели пожарные дымовые ионизационные

4.8.1 Требования назначения

4.8.1.1 Порог срабатывания ИПДИ должен находиться в пределах от 0,2 до 3,0 относительных единиц.

4.8.1.2 Порог срабатывания ИПДИ не должен зависеть от числа срабатываний извещателя (стабильность).

4.8.1.3 Порог срабатывания ИПДИ не должен меняться от образца к образцу (повторяемость).

4.8.1.4 Порог срабатывания ИПДИ не должен зависеть от изменения направления воздушного потока.

4.8.1.5 Порог срабатывания ИПДИ не должен меняться при воздействии воздушного потока со скоростью до 1,0 м/с.

4.9 Извещатели пожарные дымовые оптико-электронные линейные

4.9.1 Требования назначения

4.9.1.1 Значение чувствительности ИПДЛ должно быть не менее 0,4 дБ (соответствует снижению интенсивности луча ИПДЛ, прошедшего через контролируемую среду, на 9%) и не более 5,2 дБ (70%).

4.9.1.2 Диапазон регулировки чувствительности у ИПДЛ с регулируемой чувствительностью должен быть в пределах не шире от 0,4 до 5,2 дБ. При возможности установки значения чувствительности в более широком диапазоне, данная информация должна быть указана в ТД на ИПДЛ конкретных типов.

4.9.1.3 Значение чувствительности ИПДЛ не должно меняться при длительной непрерывной работе (стабильность).

4.9.1.4 Значение чувствительности ИПДЛ не должно меняться от образца к образцу (повторяемость).

4.9.1.5 Компоненты ИПДЛ (приемник и передатчик двухкомпонентного ИПДЛ и приемо-передатчик однокомпонентного ИПДЛ) должны иметь юстировочные устройства, позволяющие изменять угол наклона оси оптического луча и диаграмму направленности приемного устройства ИПДЛ в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

4.9.1.6 Двухкомпонентный ИПДЛ должен обеспечивать контроль исправности линии связи между компонентами (приемником и передатчиком) с формированием сигнала “Неисправность” в случае неисправности этой линии.

4.9.1.7 Значение чувствительности ИПДЛ не должно зависеть от оптической длины пути луча. Максимальное и минимальное значения длины оптического пути луча должны быть установлены в ТД на ИПДЛ конкретных типов.

4.9.1.8 ИПДЛ, имеющий устройства компенсации загрязнения оптики, должен формировать сигнал “Неисправность” при достижении предельной компенсации 2,8 дБ (48%) при скорости изменения оптической плотности среды не более 0,268 дБ за 30 мин.

4.9.1.9 ИПДЛ не должен формировать сигнал “Неисправность” или “Пожар” при прерывании оптического луча на время менее 5 с.

4.9.1.10 ИПДЛ должен формировать сигнал «Неисправность» при прерывании оптического луча на время более 20 с.

4.9.1.11 ИПДЛ должен быть устойчив к воздействию фоновой освещенности в плоскости окна приемного устройства величиной в 12000 лк, создаваемой источником искусственного и (или) естественного освещения.

4.10 Извещатели пожарные дымовые аспирационные

4.10.1 Требования назначения 4.10.1.1 ИПДА должны обеспечивать отбор проб воздуха из защищаемого помещения через дымовсасывающие отверстия и транспортировку данных проб по воздушному трубопроводу к блоку обработки, содержащему технические средства обнаружения дыма.

4.10.1.2 По чувствительности ИПДА подразделяют на три класса:

класс А – высокой чувствительности (менее 0,035 дБ/м);

класс В – повышенной чувствительности (в интервале от 0,035 до 0,088 дБ/м);

класс С – стандартной чувствительности (в интервале от 0,088 до 0,200 дБ/м).

4.10.1.3 Время транспортирования пробы воздуха от максимально удаленного от блока обработки дымовсасывающего отверстия до технических средств обнаружения дыма в зависимости от класса ИПДА не должно превышать:

для класса А – 60 с;

для класса В – 90 с;

для класса С – 120 с.

4.10.1.4 Чувствительность ИПДА с учетом числа дымовсасывающих отверстий, располагаемых в задымленной зоне, должна быть установлена в ТД на ИПДА конкретных типов.

4.10.1.5 Значение чувствительности ИПДА не должно зависеть от количества срабатываний (стабильность).

4.10.1.6 Значение чувствительности ИПДА не должно меняться от образца к образцу (повторяемость).

4.10.1.7 Термостойкость воздушного трубопровода должна обеспечивать выполнение его функций в условиях воздействия пожара в течение времени, необходимого для транспортирования проб воздуха к блоку обработки и анализа техническими средствами обнаружения дыма состояния контролируемых проб. Максимальная температура и допустимое время ее воздействия на воздушный трубопровод должны быть указаны в ТД на ИПДА конкретных типов.

4.10.1.8 Параметры воздушного потока, проходящего через ИПДА, должны контролироваться, с целью распознавания утечки или же засорения всасывающей системы или дымовсасывающих отверстий.

Если утечка воздуха или засорение приводит к увеличению или уменьшению объема воздушного потока на 20% и более, ИПДА должен сформировать сигнал неисправности, или, если ИПДА располагает устройством, которое контролирует постоянное (или близкое к постоянному) значение объема проходящего воздушного потока, и которое работает независимо от ИПДА (например, применение вентилятора с регулировкой числа оборотов или нагнетательного насоса), то сигнал неисправности должен быть сформирован после засорения 50% и более всасывающих отверстий.

Извещатели пожарные пламени

(ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний)

4.11 Извещатели пожарные пламени

4.11.1 Требования назначения

4.11.1.1 ИПП должны реагировать на излучение, создаваемое тестовыми очагами ТП-5 и ТП-6 в соответствии с приложением А.

4.11.1.2 По чувствительности к пламени ИПП подразделяют на четыре класса. Класс ИПП определяется расстоянием, при котором наблюдается устойчивое срабатывание ИПП от воздействия излучения пламени тестовых очагов ТП-5 и ТП-6 за время, установленное изготовителем в ТД на ИПП конкретных типов, но не более 30 с.

Значение расстояний следующие:

1-й класс – расстояние 25 м;

2-й класс – расстояние 17 м;

3-й класс – расстояние 12 м;

4-й класс – в соответствии с ТД на ИПП конкретного типа.

4.11.1.3 Значение чувствительности ИПП не должно зависеть от числа срабатываний извещателя (стабильность).

4.11.1.4 Значение чувствительности ИПП не должно меняться от образца к образцу (повторяемость).

4.11.1.5 Максимальное значение фоновой освещенности чувствительного элемента ИПП, создаваемой люминесцентными лампами, при котором ИПП должен сохранять работоспособность, не выдавая ложного извещения, должно быть указано в ТД на ИПП конкретных типов, но не менее 2500 лк.

4.11.1.6 Максимальное значение фоновой освещенности чувствительного элемента ИПП, создаваемой лампами накаливания, при котором ИПП должен сохранять работоспособность, не выдавая ложного извещения, должно быть указано в ТД на ИПП конкретных типов, но не менее 250 лк.

4.11.1.7 Угол обзора ИПП должен быть установлен в ТД на ИПП конкретных типов.

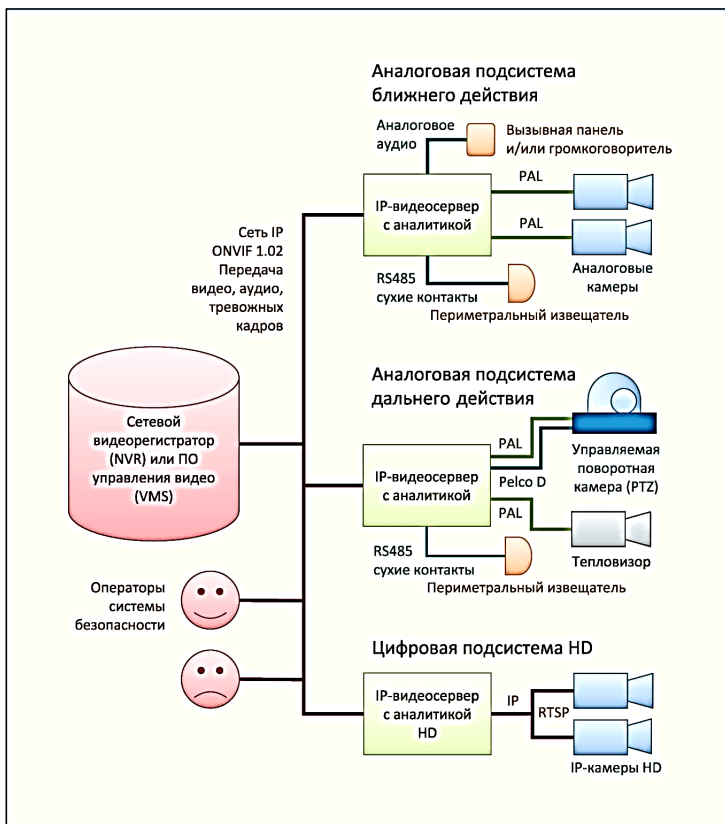
4.11.1.8 Характеристики ИПП, предназначенных для защиты объектов, требования к которым регламентируются ведомственными или специальными нормативными документами, могут отличаться от требований настоящего стандарта. Для таких ИПП данные о спектре электромагнитного излучения, регистрируемого ими (типе горючей нагрузки), и чувствительности, должны быть указаны в ТД на ИПП конкретных типов.



Спринклерная система пожаротушения обеспечивает подачу воды к месту загорания под давлением. Трубы пожарного водопровода прокладываются под потолком. В дежурном режиме, то есть до возникновения пожара, все трубы системы заполнены водой или воздухом под давлением.

Необходимый уровень давления в трубах обеспечивает насос. При возникновении очага возгорания замки спринклеров вскрываются и распыляющие насадки начинают подавать воду из специального резервуара. Как правило, спринклерные системы пожаротушения оборудованы двумя насосами – если основной отказывает, через 10 секунд в процесс включается резервный.

Схема территориально распределенной системы защиты объекта с видеоаналитикой



Архитектуры систем видеоаналитики

Серверная видеоаналитика (server video analytics) предполагает централизованную обработку видеоданных на сервере. Как правило, сервер анализирует видеопотоки от множества камер или кодеров на центральном процессоре (CPU) или на графическом процессоре (GPU). Основным преимуществом серверной видеоаналитики является возможность комбинирования алгоритмов видеоаналитики на одной аппаратной платформе. Главный недостаток серверной видеоаналитики – необходимость непрерывной передачи видео от источника видеоданных на сервер, что создает нагрузку на каналы связи. Примером серверной видеоаналитики является платформа Kipod.



Встроенная видеоаналитика (edge video analytics) реализуется непосредственно в источнике видеоданных, то есть в камерах в кодерах. Встроенная видеоаналитика работает на выделенном процессоре (архитектуры DSP, ASIC, FPGA, ARM или x86) устройства и передает результаты (метаданные) вместе с видеопотоком. Главное преимущество встроенной видеоаналитики состоит в уменьшение нагрузки на каналы связи и на сервер обработки видеоданных. При отсутствии объектов или событий видео не передается и не загружает каналы связи, а сервер обработки не декодирует сжатое видео для видеоанализа и индексирования. В сравнении с серверной видеоаналитикой, встроенная видеоаналитика позволяет увеличить в 10-100 раз эффективность использования каналов связи и серверов. Примером устройства со встроенной видеоаналитикой является IP-видеосервер MB2.



Распределенная видеоаналитика (distributed video analytics) является гибридным решением между серверной и встроенной видеоаналитикой, в котором обработка распределена между источником видеоданных и центральным оборудованием. Например, в системе многокамерного слежения, обнаружение объектов производится в источнике видеоданных, а сопоставление результатов между несколькими источниками – на сервере.



Библиографический список

1. Малинин В.Р., Климкин В.И., Аникеев С.В. и др. Теория горения и взрыва: Учебник для вузов МЧС России по специальности 280104.65 – «Пожарная безопасность» / Под общей ред. В.С. Артамонова. – СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2009. – 280 с.
2. Навацкий А.А., Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Федоров А.В. Производственная и пожарная автоматика: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 374 с.
3. Кутузов В.В., Терехин С.Н., Филиппов А.Г.. Производственная и пожарная автоматика. Установки и системы пожарной автоматики. Часть 1. Учебник по дисциплине Производственная и пожарная автоматика / Под общей ред. В.С. Артамонова. – СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2013. – 284 с.
4. Анашечкин А.Д., Терехин С.Н., Левчук М.С., Лебедев А.В. Производственная и пожарная автоматика. Технические средства автоматической пожарной сигнализации. Учебное пособие по дисциплине «Производственная и пожарная автоматика». / Под общей ред. В.С. Артамонова. – СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2011. – 156 с.
5. Синилов В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации: учебник для нач. проф. образования / В. Г. Синилов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 512 с.
6. Собырь С.В. Установки пожарной сигнализации: Учебно-справочное пособие. – 5-е изд. (доп. с изм.) – М.: Спецтехника, 2006. – 374 с.
7. Бубырь Н.Ф., Бабуров В.П., Потапов В.А. Производственная и пожарная автоматика: часть II. – М.: ВИПТШ, 1986.
8. Бабуров В.П. Исследование динамических свойств и условий размещения тепловых автоматических пожарных извещателей. Сб. статей вып. 3. – М.: ВШ МВД, 1976.
9. Бабурин В.В., Бабуров В.П. Оценка эффективности обнаружения пожара дымовыми пожарными извещателями. – Сб. Горение и проблемы тушения пожаров. – М.: ВНИИПО, 1979.
10. Бабурин В.В., Бубырь Н.Ф., Бабуров В.П. Оценка фактического времени обнаружения пожара. Сб. трудов ВНИИПО № 19, 1980.
11. Бабурин В.В., Исаева Л.К., Бабуров В.П. Результаты исследования дымообразующей способности строительных материалов. Сб. Противопожарная техника и безопасность. – М.: ВИПТШ, 1981.
12. Иванов Е.Н. Автоматическая пожарная защита. – М.: Стройиздат, 1971.
13. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. – М.: Энергия, 1980.
14. Навацкий А.Н. Производственная и пожарная автоматика. – М.: РИО ВИПТШ МВД СССР, 1985.

15. Шаровар Ф.И. Устройства и системы пожарной сигнализации. – М.: Стройиздат, 1985.

16. Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Инфракрасные системы «смотрящего» типа // М.: Логос, 2004. 444с.

17. Сухинин А.И. Вероятность обнаружения лесных пожаров дистанционными методами // Лесные пожары и борьба с ними. ВНИИПОМлесхоз. Красноярск. 1991. с. 56-69.

18. Неплохов И.Г. Пожарные извещатели; системы пожарной сигнализации. Серия аналитических публикаций на интернет ресурсе «Мост безопасности» (2005–2015.гг). – <http://www.security-bridge.com>

19. Зайцев А.В. Комплексные системы безопасности; автоматические пожарные извещатели; живучесть систем противопожарной защиты. Серия аналитических публикаций на интернет ресурсе «Алгоритм безопасности» (2010 – 2015). – <http://www.algoritm.org/search/>.

20. Мироненко Я. Проблемы оценки показателей надёжности систем противопожарной автоматики; вероятность эффективной работы технических средств обеспечения пожарной безопасности. Серия аналитических публикаций на интернет ресурсе «Алгоритм безопасности» (2010–2015). – <http://www.algoritm.org/search/>.

21. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы: Аналит. Обзор // СО РАН. ИОА. ГПНТБ; Ред. В.В. Белов. // Новосибирск, 2003. Сер. Экология. Вып. 70. 135 с.

22. Ллойд Д. Системы тепловидения (Thermal imaging systems, 1975) // Пер. с англ. Н.В.Васильченко, под. ред. А.И.Горячева. М.: Мир,

23. Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

24. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

25. Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

26. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

27. Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 2011 года № 256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса».

28. Федеральный закон Российской Федерации от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ «О противодействии терроризму».

29. Федеральный закон Российской Федерации 28 декабря 2010 года № 390-ФЗ «О безопасности».

30. ГОСТ Р 54081-2010 (МЭК 60721-2-8:1994). Воздействие природных внешних условий на технические изделия. Общая характеристика. Пожар.

31. ГОСТ 24.104-85. Автоматизированные системы управления. Общие требования.

32. ГОСТ 24.701-86. Надёжность автоматизированных системы управления.

33. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. Введен в действие 01.07.1990.

34. ГОСТ Р 27.301-2011. Надежность в технике. Управление надежностью. Техника анализа безотказности. Утвержден и введен в действие 14.12.2011.

35. ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. Принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 7 от 26 апреля 1995).

36. РНД 73-16-90. Методика по расчету показателей надежности системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей при пожаре. Разработан Государственным проектным и конструкторским институтом «Спецавтоматика», г. Новосибирск. Согласован с ВНИИПО МВД СССР. Дата введения 01.09.1990.

37. СТА 25.03.02-2004. Системы безопасности комплексные. Общие положения.

38. ГОСТ Р 54101-2010. Средства автоматизации и системы управления. Средства и системы обеспечения безопасности. Техническое обслуживание и текущий ремонт.

39. ГОСТ Р 53325-2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний.

40. ГОСТ Р 50775-95 (МЭК 839-1-1-88). Системы тревожной сигнализации. Часть 1. Общие требования. Раздел 1. Общие положения

41. ГОСТ Р 50776-95 (МЭК 839-1-4-89). Системы тревожной сигнализации. Часть 1. Общие положения. Раздел 4. Руководство по проектированию, монтажу и техническому обслуживанию.

42. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности.

43. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

44. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

45. Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 (ред. от 12.12.2011). Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». (Зарегистрировано в Минюсте РФ 06.08.2009 № 14486.)

46. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 (ред. от 14.12.2010) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». (Зарегистрировано в Минюсте РФ 17.08.2009 № 14541.)

47. Гмурман В.Е. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику. – М.: Высшая школа, 1963. – 286 с.

48. Здор В. Некоторые нюансы применения газовых пожарных извещателей в системах пожарной автоматики. Газовые извещатели в ГОСТ Р 53325-

2012. Интернет ресурс: «Алгоритм безопасности» (№ 3 2013 г.). – <http://www.algoritm.org/search/>.

49. Неплохов И. Извещатели пожарные тепловые линейные и многоточечные: нормативные требования, новые технологии и практическая реализация. // Системы безопасности. № 1. 2014.

50. Соболев А. Видеоаналитика для обнаружения пожара. Интернет ресурс: «Алгоритм безопасности» (№ 6. 2014 г.) – <http://www.algoritm.org/search/>.

51. Совершенствование методов вероятностной оценки пожарной опасности электрических изделий / Смелков Г.И., Пехотиков В.А., Тескин О.И., Оберфельд Г.Я.// Пожаровзрывобезопасность. М.: ВНИИПО МВД России. – 1995. – № 3. – С.5–10.

52. Смелков Г.И. Пожарная безопасность электропроводок. – М.:ООО «КАБЕЛЬ», 2009. – 328 с.

53. . Архангельский Е.А. Комплексная оценка и обеспечения эффективности, безопасности, надёжности и живучести комплексных систем управления техническими средствами. – СПб.: ВМА им. Н.Г.Кузнецова, 1998.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников.

Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым впоследствии обучались все пожарные специалисты страны.

Учебным заведением за более чем вековую историю подготовлено более 30 тыс. специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевских крестов, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников учебного заведения.

Сегодня Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в мировое научно-образовательное пространство. Подготовка специалистов в университете организована по очной и заочной формам обучения, а также с использованием дистанционных образовательных технологий. Проводится обучение по программам среднего профессионального образования, высшего образования, а также подготовка специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, аспирантов, переподготовка и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России.

Начальник университета – Латышев Олег Михайлович, кандидат педагогических наук, профессор.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность», вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, высшей математики, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в подразделениях МЧС России, пожарно-технические эксперты и дознаватели. Инновационными программами подготовки стало обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для Военизированных горноспасательных частей по специальностям «Горное дело», специализация «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований, позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают 2 академика РАН, 2 члена-корреспондента РАН, 6 заслуженных деятелей науки РФ, 22 заслуженных работника высшей школы РФ, 2 заслуженных юриста РФ, заслуженные изобретатели РФ и СССР. Подготовка специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют 4 лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, 84 доктора наук, 327 кандидатов наук, 91 профессор, 157 доцентов, 26 академиков отраслевых академий,

26 член-корреспондентов отраслевых академий, 7 старших научных сотрудников, 1 заслуженный деятель республики Дагестан, 4 почетных работника высшего профессионального образования РФ, 2 почетных работника науки и техники РФ, 1 почетный работник высшей школы РФ и 1 почетный радист РФ.

Почетным Президентом Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России является статс-секретарь – заместитель министра МЧС России Артамонов Владимир Сергеевич, действительный Государственный советник I класса, доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники. Награжден почетной грамотой Президента РФ.

В период с 2002 по 2012 гг. В.С. Артамонов возглавлял Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В состав университета входят:

- Институт развития;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Сибирская пожарно-спасательная академия – филиал университета;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета;
- Мурманский филиал университета;
- три факультета: пожарной безопасности, экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации;
- Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Магадан, Махачкала, Полярные Зори (Мурманская область), Петрозаводск, Стрежевой (Томская область), Чехов (Московская область), Хабаровск, Сыктывкар, Бургас (Республика Болгария), Алматы (Республика Казахстан), Бар (Республика Черногория).

В университете созданы:

- административно-правовой центр;
- учебный центр;
- учебно-методический центр;
- центр организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;
- центр информационных и коммуникационных технологий;
- центр международной деятельности и информационной политики;
- центр дистанционного обучения;
- культурно-досуговый центр;
- технопарк науки и высоких технологий.

В университете по 31 направлению подготовки (специальности) обучается более 8 000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 000 специалистов.

Реализуется проект по созданию на базе университета комплекса специального психофизиологического оборудования для психологического обеспечения деятельности профессиональных контингентов МЧС России.

На базе университета создана мастерская лаборатории «Инновационных технологий и научно-технической продукции».

В настоящее время в университете функционирует 4 диссертационных совета, 3 по техническим наукам, 1 по психолого-педагогическим наукам. За 2014 г. защищено 9 кандидатских диссертаций: 4 по техническим наукам, 4 по педагогическим наукам и 1 по психологическим.

В университете осуществляется подготовка специалистов высшей квалификации, в том числе и на возмездной основе. Подготовка докторантов, адъюнктов, аспирантов и соискателей осуществляется по 9 отраслям науки и 34 специальностям.

На базе института дополнительного профессионального образования Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России создан институт развития. Деятельность института развития Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России направлена на обеспечение условий для реализации учебного процесса университета по программам дополнительного профессионального образования и актуализацию профессиональных знаний, совершенствование деловых качеств у руководящего состава, специалистов и сотрудников МЧС России. Институт осуществляет методическое, научное сопровождение и оказание помощи в организации образовательного процесса, повышении квалификации преподавательского состава учебных центров ФПС. Осуществляется оказание помощи ФКУ «Арктический спасательный учебно-научный центр «Вытегра» МЧС России в организации образовательного процесса и обеспечении учебно-методической литературой.

В настоящее время университетом проводится работа по вопросу организации образовательного процесса сотрудников (персонала) диспетчерской службы системы – 112.

Для обеспечения обучения в институте развития используются тематические классы, оборудованные программными модулями, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий.

Основанный в 1994 г. факультет заочного обучения в 2007 г. Приказом МЧС России № 387 преобразован в институт заочного и дистанционного обучения.

Институт заочного и дистанционного обучения является первым институтом в системе учебных заведений МЧС России заочной формы обучения с применением технологий дистанционного обучения. Он является базовой площадкой по созданию и внедрению в МЧС России системы дистанционного обучения кадров по программам профессионального образования.

В целях повышения качества и дальнейшего развития инновационной научно-исследовательской, опытно-конструкторской и производственной инфраструктуры университета с 1 марта 2014 г. в составе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России Приказом МЧС России от 25 октября 2013 г. № 683 создан научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности. Основными научными направлениями деятельности института являются: разработка новых и совершенствование существующих инструментальных методов и технических средств исследования и экспертизы пожаров; производство судебных пожарно-технических экспертиз и исследований в области экспертизы пожаров; научно-методическое руководство деятельностью судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» в области исследования и экспертизы пожаров; применение расчётных методов в судебной пожарно-технической экспертизе; разработка нормативно-технической документации по обеспечению безопасности маломерных судов, баз, стоянок и других объектов, поднадзорных ГИМС МЧС России; разработка и внедрение нормативно-технической документации в области обеспечения пожарной безопасности водного транспорта, портовых сооружений и их инфраструктуры; сертификационные испытания, апробирование методик по стандартам ISO, EN и резолюциям IMO; разработка нормативной базы по обеспечению пожарной безопасности метрополитенов и транспортных тоннелей, а также других сложных и уникальных объектов, проведение расчётов индивидуального пожарного риска. Институт активно использует научный потенциал Санкт-Петербурга, развивая связи с ведущими вузами и НИИ города, такими как СПбГТУ, СПбГУ, ФГУП РНЦ «Прикладная химия» и др. Сотрудники института являются членами бюро Северо-Западного отделения Научного Совета при Президиуме РАН по горению и взрыву. Потребителями и заказчиками продукции института являются органы МЧС России, юридические и физические лица Северо-Западного и других регионов России, фирмы США, Италии, Германии, Норвегии, Финляндии, Литвы и других стран.

Центр информационных и коммуникационных технологий университета обеспечивает надежную работоспособность, устойчивость и непрерывность функционирования средств

автоматизации, функционирования программных и технических средств автоматизации в структурных подразделениях университета, а также доступ пользователей университета к различным информационным ресурсам в соответствии с установленным порядком; сохранность, антивирусную защиту, защиту от возможности проникновения из сети Интернет и резервного копирования информационных ресурсов университета; повышает качество образовательного процесса на основе активного освоения и распространения передового педагогического опыта с использованием стационарных и мобильных аудио- видео-компьютерных комплексов; проводит оснащение новых и модернизацию старых учебных аудиторий университета современными техническими средствами обучения; методическое обеспечение, консультацию и техническое сопровождение внедренных в подразделениях университета современных телевизионных и аудио- видео-компьютерных комплексов; создание и анализ банка данных по учебному процессу университета; осуществляет информационный обмен с банками данных других учреждений и организаций системы РСЧС.

Ежегодно в университете проводятся международные научно-практические конференции, семинары и «круглые столы» по широкому спектру теоретических и научно-прикладных проблем, в том числе по развитию системы предупреждения, ликвидации и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, совершенствованию организации взаимодействия различных административных структур в условиях экстремальных ситуаций и др.

Среди них: Международная научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международный семинар «Предупреждение пожаров и организация надзорной деятельности», Международная научно-практическая конференция «Международный опыт подготовки специалистов пожарно-спасательных служб», Научно-практическая конференция «Совершенствование работы в области обеспечения безопасности людей на водных объектах при проведении поисковых и аварийно-спасательных работ», Международный конгресс «Вопросы создания и перспективы развития кадетского движения в МЧС России», межфедеральные семинары «Математическое моделирование процессов природных пожаров», «Информационное обеспечение безопасности при ЧС», «Актуальные проблемы отраслей науки», которые каждый год привлекают ведущих российских и зарубежных ученых и специалистов пожарно-спасательных подразделений.

На базе университета совместные научные конференции и совещания проводили Правительство Ленинградской области, Федеральная служба Российской Федерации по контролю за оборотом наркотических средств и психотропных веществ, Научно-технический совет МЧС России, Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки Российской Федерации, Северо-Западный региональный центр МЧС России, Международная ассоциация пожарных и спасателей (CITF), Законодательное собрание Ленинградской области.

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами. Традиционно большим интересом пользуется стенд университета на ежегодном Международном салоне «Комплексная безопасность», Международном форуме «Охрана и безопасность» SFITEX.

Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России заключено более 16 договоров и соглашений о научно-техническом сотрудничестве в целях наиболее полного и эффективного использования интеллектуального и материально-технического потенциала и решения проблем, связанных с развитием сторон. Среди них: учреждение Российской академии наук Красноярский научный центр Сибирского отделения РАН (КНЦ СО РАН), ГОУ ВПО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Учреждение Российской академии наук – Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» Красноярского научного центра СО РАН (СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН), Петербургский энергетический

институт повышения квалификации, Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, ГБУ науки «Институт динамики геосфер Российской академии наук».

Санкт-Петербургский университет на протяжении нескольких лет сотрудничает с Государственным Эрмитажем в области инновационных проектов по пожарной безопасности объектов культурного наследия.

При обучении специалистов в вузе широко используется передовой отечественный и зарубежный опыт. Университет поддерживает тесные связи с образовательными, научно-исследовательскими учреждениями и структурными подразделениями пожарно-спасательного профиля Azerbaijan, Белоруссии, Болгарии, Великобритании, Германии, Казахстана, Канады, Китая, Кореи, Сербии, Черногории, Словакии, США, Украины, Финляндии, Франции, Эстонии и других государств.

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных и спасательных служб (СТИФ), объединяющей более 50 стран мира.

В рамках международной деятельности университет активно сотрудничает с международными организациями в области обеспечения безопасности.

В сотрудничестве с Международной организацией гражданской обороны (МОГО) Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России были организованы и проведены семинары для иностранных специалистов (из Молдовы, Нигерии, Армении, Судана, Иордании, Бахрейна, Azerbaijan, Монголии и других стран) по экспертизе пожаров и по обеспечению безопасности на нефтяных объектах, по проектированию систем пожаротушения. Кроме того, сотрудники университета принимали участие в конференциях и семинарах, проводимых МОГО на территории других стран. В настоящее время разработаны 5 программ по техносферной безопасности на английском языке для представителей Международной организации гражданской обороны.

На базе университета проводятся международные мероприятия под эгидой СТИФ (КТИФ): заседание Исполнительного комитета КТИФ, рабочих групп «Женщины за безопасность», «Обучение и подготовка», конференции.

Одним из ключевых направлений работы университета является участие в научном проекте Совета государств Балтийского моря (СГБМ). Университет принимал участие в проекте 14.3, а именно в направлении С – «Макрорегиональные сценарии рисков, анализ опасностей и пробелов в законодательстве» в качестве полноценного партнера. В настоящее время идет работа по созданию нового совместного проекта в рамках СГБМ.

Большая работа ведется по привлечению к обучению иностранных граждан. Открыты представительства в трех иностранных государствах (Болгария, Черногория, Казахстан). В настоящее время в университете обучаются более 200 граждан из 8 иностранных государств.

Заключены соглашения о сотрудничестве более чем с 20 иностранными учебными заведениями, в том числе Высшей технической школой профессионального обучения г. Нови Сад и университетом г. Ниш (Сербия), Академией пожарной охраны г. Гамбурга (ФРГ), Колледжем пожарно-спасательной службы г. Куопио (Финляндия), Кокшетауским техническим институтом МЧС Республики Казахстан и многими другими.

В рамках научного сотрудничества с зарубежными вузами и научными центрами издается Российско-Сербский научно-аналитический журнал «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности». Университетом заключен договор с Российско-Сербским гуманитарным центром (г. Ниш). В сентябре 2014 г. в рамках сотрудничества в университете проведен семинар с представителями пожарно-спасательных служб Сербии по вопросам деятельности газодымозащитных служб.

В 2014 г. университетом проводился набор курсантов, обучавшихся в образовательных учреждениях пожарно-технического профиля Республики Украина, поступающих от Республики Крым и города Севастополь в количестве 11 человек по очной и 13 слушателей по заочной форме обучения.

В университете на основании межправительственных соглашений проводится обучение сотрудников МЧС Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

За годы существования университет подготовил более 1 000 специалистов для пожарной охраны Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Гвинеи-Бисау, Кореи, Кубы, Монголии, Йемена и других зарубежных стран.

Организовано обучение по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

Издается ежемесячный информационно-аналитический сборник центра международной деятельности и информационной политики, аналитические обзоры по пожарно-спасательной тематике. Переведен на английский язык и постоянно обновляется сайт университета.

Компьютерный парк университета составляет более 1 500 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «КонсультантПлюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть, осуществлено подключение к ведомственной сети интранет МЧС России.

Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонд библиотеки университета составляет более 426 тыс. экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Фонды библиотеки имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом. В электронную библиотеку оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: Сибирская пожарно-спасательная академия и библиотека учебно-спасательного центра «Вытегра», а также учебные центры. Так же с января 2015 г. создана и функционирует Единая ведомственная электронная библиотека объединяющая все библиотеки вузов МЧС России. Имеется доступ к каталогам крупнейших библиотек нашей страны и мира (Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина, Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека, Библиотека академии наук, Библиотека Конгресса). Заключен договор с ЭБС IPRbooks на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде.

В фонде библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 261 экземпляр. На 2015 г., в соответствии с требованиями ГОС, выписано 130 наименований журналов и газет, из них более 50 наименований с грифом ВАК. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. Также выписываются иностранные журналы.

На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб университета.

Типографский комплекс университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы

на печатную продукцию университета, но и план издательской деятельности Министерства. Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных конференций, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства РФ и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и кандидата наук».

Учебная пожарная часть университета имеет 13 единиц современной техники, оснащенной необходимым оборудованием для доставки и проведения оперативных действий боевого расчета, проведения спасательных работ и подачи воды. Обучение курсантов и слушателей на образцах самой современной специальной техники и оборудования способствует повышению профессионального уровня выпускников.

Поликлиника университета оснащена современным оборудованием, что позволяет проводить комплексное обследование и лечение сотрудников учебного заведения и учащихся.

Все слушатели и курсанты университета проходят обучение по программе первоначальной подготовки спасателей с получением удостоверений и книжек спасателей. Обучение проходит на базе Северо-Западного регионального ПСО МЧС России – учебно-тренировочного комплекса «Мурино» и Арктического спасательного учебно-научного центра «Вытегра».

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. был создан центр по обучению кадетов. С 1 января 2015 г. Приказом МЧС России центр преобразован в кадетский пожарно-спасательный корпус.

Основные цели деятельности корпуса – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадетов, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

Корпус осуществляет подготовку кадетов по общеобразовательным программам среднего общего образования с учётом специфики вуза.

В 2012–2014 гг. нештатные подразделения спасения университета, в состав которых входили сотрудники структурных подразделений, руководство и курсанты факультета пожарной безопасности, факультета экономики и права принимали участие в ликвидации последствий крупнейших природных чрезвычайных ситуаций в Краснодарском крае (г. Крымск), на Дальнем Востоке и Южном Урале.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов, кадетов и слушателей, – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в России так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

В составе сборной команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС) неоднократные чемпионы и призёры мировых первенств, международных и российских турниров. Деятельность команды университета ППС: участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ППС. В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по пожарно-прикладному и аварийно-спасательному спорту, хоккею, американскому футболу, волейболу, баскетболу, силовым

единоборствам, черлидингу и др. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров. В октябре 2014 г. спортивный клуб «Невские львы» принят в Ассоциацию студенческих спортивных клубов России.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете культурно-досуговом центре. Обучающиеся университета принимают активное участие в играх КВН среди команд структурных подразделений МЧС России, ежегодных профессионально-творческих конкурсах «Мисс МЧС России», «Лучший клуб», «Лучший музей», конкурсе музыкального творчества пожарных и спасателей «Мелодии Чутких Сердец».

Деятельность творческих объединений университета организует и координирует культурно-досуговой центр.

Одной из задач Центра является совершенствование нравственно-патриотического и духовно-эстетического воспитания личного состава, обеспечение строгого соблюдения дисциплины и законности, укрепление корпоративного духа сотрудников, формирование гордости за принадлежность к Министерству и университету. Парадный расчет университета традиционно принимает участие в параде войск Санкт-Петербургского гарнизона, посвященном Дню Победы в Великой Отечественной войне. Слушатели и курсанты университета – постоянные участники торжественных и праздничных мероприятий, проводимых МЧС России, Санкт-Петербургом и Ленинградской областью, приуроченных к государственным праздникам и историческим событиям.

В университете из числа курсантов и слушателей создано творческое объединение «Молодежный пресс-центр», осуществляющее выпуск корпоративного журнала университета «Первый». В 2014 г. курсанты «Молодёжного пресс-центра» впервые прошли производственную практику в Управлении организации информирования населения МЧС России.

В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.



Под общей редакцией
Владимира Сергеевича Артамонова
*доктора военных наук, доктора технических наук, профессора,
Заслуженного работника высшей школы Российской Федерации,
лауреата премии Правительства Российской Федерации
в области науки и техники*

Кутузов Василий Васильевич,
кандидат технических наук, доцент;
Минкин Денис Юрьевич,
доктор технических наук, профессор;
Терехин Сергей Николаевич,
доктор технических наук, доцент;
Талировский Константин Сергеевич;
Османов Шамиль Абубакарович

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

Монография

Служебное издание
Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 08.05.2015	Зак. №	Формат 60×84 _{1/16}
Печать цифровая	Объем 13,75 п.л.	Тираж 100 экз.

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149