

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

А. В. ВОЛКОВ

Е. В. СЕРГЕЕВ

К. В. СЕМЕНОВА

ЭЛЕКТРОНИКА И ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА

Учебное пособие

Иваново 2020

УДК 614.841
ББК 32.965
В 67

Рецензенты:

- Лазарев А. А.** – заместитель начальника УНПР Главного управления МЧС России по Ивановской области подполковник внутренней службы, кандидат педагогических наук
- Семенов А. О.** – доцент кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ (в составе УНК «Пожаротушение») ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России полковник внутренней службы, кандидат технических наук, доцент

*Издается по решению Редакционно-издательского совета
Ивановской пожарно-спасательной академии
(Протокол № 4 от 17.09.2020)*

Волков, А. В.

Электроника и пожарная автоматика: учебное пособие / А. В. Волков, Е. В. Сергеев, К. В. Семенова. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 239 с.

Учебное пособие содержит теоретические сведения по устройству, принципу работы и характеристикам технических средств электроники пожарной автоматики. Изложены принципы построения и функционирования технических средств электроники и пожарной автоматики, приборов управления установками пожаротушения. Раскрыты основные принципы расчета и проектирования систем пожарной автоматики. Материал, представленный в пособии, составлен с учетом современных разработок в области электроники и пожарной автоматики, и актуальных направлений в развитии систем противопожарной защиты.

Учебное пособие предназначено для обучающихся Ивановской пожарно-спасательной академии МЧС России по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза», специализация «Инженерно-технические экспертизы» при изучении дисциплины «Электроника и пожарная автоматика».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
Основные термины и определения	7
Раздел 1. Электроника.....	12
1.1. Элементная база современных электронных устройств	12
1.1.1. Проводники, диэлектрики и полупроводники	12
1.1.2. Полупроводниковые диоды	15
1.1.3. Биполярные и полевые транзисторы.....	18
1.2. Источники вторичного электропитания электронных устройств.....	26
1.2.1. Классификация и состав выпрямителей	26
1.2.2. Схемы выпрямителей. Достоинства и недостатки	27
1.2.3. Сглаживающие фильтры	32
1.2.4. Методика расчета электронных выпрямителей	33
1.3. Основы цифровой электроники.....	36
1.3.1. Дискретные электрические сигналы и их параметры	36
1.3.2. Устройства формирования дискретных сигналов.....	38
1.3.3. Логические элементы, комбинационные и последовательностные микросхемы, запоминающие устройства.....	41
Раздел 2. Пожарная сигнализация.....	47
2.1. Технические средства пожарной сигнализации. Пожарные извещатели	47
2.1.1 Ручные пожарные извещатели.....	50
2.1.2 Автоматические пожарные извещатели	52
2.1.2.1 Извещатели пожарные тепловые	53
2.1.2.2. Извещатели пожарные дымовые	57
2.1.2.3. Извещатели пожарные пламени	61
2.1.2.4. Извещатели пожарные газовые.....	64
2.2. Приборы приемно-контрольные пожарные и управления	68
2.3. Проектирование систем пожарной сигнализации	70

Раздел 3. Комплекс технических средств автоматической системы противопожарной защиты	81
3.1. Системы оповещения и управления эвакуации людей при пожаре.....	81
3.2. Интегрированные системы безопасности «КОДОС».....	95
Раздел 4. Установки пожаротушения автоматические	108
4.1. Автоматические установки водяного и пенного пожаротушения	110
4.1.1. Классификация установок водяного и пенного пожаротушения.....	110
4.1.2. Классификация модульных автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой.....	111
4.1.3 Устройство и принцип работы установок водяного и пенного пожаротушения	112
4.1.4. Методика расчета систем водяного и пенного пожаротушения	137
4.2. Автоматические установки газового пожаротушения.....	148
4.2.1 Классификация, устройство и принцип работы установки	149
газового пожаротушения	149
4.2.2. Методика расчета установок газового пожаротушения	158
4.3.1. Классификация и принцип работы установок пожаротушения	163
4.3.2. Методика расчета количества модулей для установок порошкового пожаротушения	168
4.4.1 Автоматические установки аэрозольного пожаротушения.....	172
4.4.2. Методика расчета автоматических установок аэрозольного пожаротушения	177
Список литературы	187
Приложение 1. Технические данные полупроводниковых диодов	188
Приложение 2. Условные графические обозначения АУПС и СОУЭ	189
Приложение 3. Технические характеристики оборудования АУПС	191
Приложение 4. Группы помещений (производств и технологических процессов) по степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки сгораемых материалов.....	199
Приложение 4.1. Узлы управления установками водяного пожаротушения. Типы, технические характеристики	208

Приложение 4.2. Значение коэффициентов потерь напора для трубопроводной арматуры и фасонных деталей	215
Приложение 4.3. Насосы консольные моноблочные.....	216
Приложение 4.4. Системы автоматические пожаротушения. Обозначения условные графические элементов связи на схемах и планах	221
Приложение 4.5. Исходные данные для расчета установок газового пожаротушения	225
Приложение 4.6. Исходные данные для расчета установок порошкового пожаротушения	231
Приложение 4.7. Исходные данные для расчета установок аэрозольного пожаротушения Относительная интенсивность подачи аэрозоля в помещение	236

Введение

Цель изучения дисциплины «Электроника и пожарная автоматика» в формировании теоретических представлений, необходимых для понимания физических процессов, происходящих в электронных устройствах и принципов действия основных устройств пожарной автоматики. Значение данной дисциплины обусловлено исключительной ролью, которую играет электрическая энергия в жизни современного общества. Действительно, в настоящее время невозможно представить себе какую-либо отрасль общественного производства, где бы ни использовалась электрическая энергия.

Электроникой называется область науки, техники и производств, в которой разрабатываются принципы производства и совершенствования электронных приборов, методы их инженерного расчета и технологического обеспечения, способы создания электронных систем для нужд народного хозяйства.

Широкое использование электронной аппаратуры обусловлено её быстродействием, точностью, высокой чувствительностью, малым потреблением энергии, постоянно возрастающей экономичностью.

Электронные приборы составляют основу важнейших средств современной связи, автоматики, измерительной техники.

Пожарная автоматика представляет собой комплекс технических средств, с помощью которого происходит обнаружение, локализация пожара, его тушение и уничтожение, а также предупреждение людей о пожаре. Пожарная автоматика самостоятельно (автоматически) обнаруживает источник возгорания, оповещает людей, управляет эвакуацией персонала, автоматически тушит пожар с дымоудалением. Также «системы пожарной автоматики» могут управлять разного рода оборудованием, находящимся внутри объектов и зданий.

На эффективность установки пожарной автоматики влияет множество факторов, главным из которых является правильно выбранные средства пожарной автоматики. Они представлены пожарными извещателями, пожарными приемно-контрольными приборами, пожарными приборами управления, пожарными техническими средствами оповещения и управления эвакуацией, системами передачи оповещений о пожаре, другими приборами и оборудованием, с помощью которых строится пожарная автоматика.

Содержание и изложение материала учебного пособия соответствует программе дисциплины «Электроника и пожарная автоматика». В учебном пособии рассмотрены основы теории полупроводниковых приборов, проанализированы электронные схемы на полупроводниковых диодах, транзисторах, изложены основы цифровой электроники, назначение и принципы действия современных приборов и систем пожарной автоматики. Рассмотрены классификация и основные конструктивные элементы систем автоматического тушения пожара. Приведены примеры решения задач.

Основные термины и определения

Автоматический пожарный извещатель – пожарный извещатель, реагирующий на факторы, сопутствующие пожару.

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.

Адресный пожарный извещатель – пожарный извещатель, который передает на адресный приемно-контрольный прибор код своего адреса вместе с извещением о пожаре.

Газовый пожарный извещатель – пожарный извещатель, реагирующий на газы, выделяющиеся при тлении или горении материалов.

Генератор огнетушащего аэрозоля – устройство для получения огнетушащего аэрозоля с заданными параметрами и подачи его в защищаемое помещение.

Дымовой ионизационный (радиоизотопный) пожарный извещатель – пожарный извещатель, принцип действия которого основан на регистрации изменений ионизационного тока, возникающих в результате воздействия на него продуктов горения.

Дымовой оптический пожарный извещатель – пожарный извещатель, реагирующий на продукты горения, способные воздействовать на поглощающую или рассеивающую способность излучения в инфракрасном, ультрафиолетовом или видимом диапазонах спектра.

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

Зона контроля пожарной сигнализации (пожарных извещателей) – совокупность площадей, объемов помещений объекта, появление в которых факторов пожара будет обнаружено пожарными извещателями.

Инерционность установки – время с момента достижения контролируемым фактором пожара порога срабатывания чувствительного элемента до начала подачи огнетушащего вещества (состава) в защищаемую зону.

Комбинированный пожарный извещатель – пожарный извещатель, реагирующий на два или более фактора пожара.

Линейный пожарный извещатель (дымовой, тепловой) – пожарный извещатель, реагирующий на факторы пожара в протяженной, линейной зоне.

Магистральный трубопровод – трубопровод, соединяющий распределительные устройства установок газового пожаротушения с распределительными трубопроводами.

Максимально-дифференциальный тепловой пожарный извещатель – пожарный извещатель, совмещающий функции максимального и дифференциального тепловых пожарных извещателей.

Максимальный тепловой пожарный извещатель – пожарный извещатель, формирующий извещение о пожаре при превышении температурой окружающей среды установленного порогового значения – температуры срабатывания извещателя.

Местное включение (пуск) установки – включение (пуск) от пусковых элементов, устанавливаемых в помещении насосной станции или станции пожаротушения, а также от пусковых элементов, устанавливаемых на модулях пожаротушения.

Модульная установка пожаротушения – установка пожаротушения, состоящая из одного или нескольких модулей, способных самостоятельно выполнять функцию пожаротушения и размещенных в защищаемом помещении или рядом с ним.

Модуль пожаротушения - устройство, в корпусе которого совмещены функции хранения и подачи огнетушащего вещества при воздействии пускового импульса на привод модуля.

Насадок – устройство для выпуска и распределения огнетушащего вещества.

Огнетушащее вещество – вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

Ороситель – устройство для разбрызгивания или распыливания воды и/или водных растворов.

Основной водопитатель – водопитатель, обеспечивающий работу установки пожаротушения с расчетным расходом и давлением воды и/или водного раствора в течение нормируемого времени.

Параметр негерметичности помещения – величина, численно характеризующая негерметичность защищаемого помещения и определяемая как отношение суммарной площади постоянно открытых проемов к объему защищаемого помещения.

Питающий трубопровод – трубопровод, соединяющий узел управления с распределительными трубопроводами.

Побудительная система – трубопровод, заполненный водой, водным раствором, сжатым воздухом, или трос с тепловыми замками, предназначенные для автоматического и дистанционного включения дренчерных установок пожаротушения, а также установок газового или порошкового пожаротушения

Подводящий трубопровод – трубопровод, соединяющий источник огнетушащего вещества с узлами управления.

Пожарный извещатель пламени – прибор, реагирующий на электромагнитное излучение пламени или тлеющего очага.

Пожарный пост – специальное помещение объекта с круглосуточным пребыванием дежурного персонала, оборудованное приборами контроля состояния средств пожарной автоматики.

Пожарный сигнализатор – устройство для формирования сигнала о срабатывании установок пожаротушения и/или запорных устройств.

Пожарная сигнализация – совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и включение исполнительных установок систем противодымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты.

Пожарный извещатель – техническое средство, предназначенное для формирования сигнала о пожаре.

Пожарный оповещатель – техническое средство, предназначенное для оповещения людей о пожаре.

Прибор приемно-контрольный пожарный – техническое средство, предназначенное для приема сигналов от пожарных извещателей, осуществления контроля целостности шлейфа пожарной сигнализации, световой индикации и звуковой сигнализации событий, формирования стартового импульса запуска прибора управления пожарного.

Прибор управления пожарный – техническое средство, предназначенное для передачи сигналов управления автоматическим установкам пожаротушения, и (или) включения исполнительных установок систем противодымной защиты, и (или) оповещения людей о пожаре, а также для передачи сигналов управления другим устройствам противопожарной защиты.

Распределительный трубопровод – трубопровод с установленными на нем оросителями (насадками) для распределения огнетушащего вещества в защищаемой зоне.

Распределительное устройство – запорное устройство, устанавливаемое на трубопроводе и обеспечивающее пропуск газового огнетушащего вещества в определенный магистральный трубопровод

Ручной пожарный извещатель – устройство, предназначенное для ручного включения сигнала пожарной тревоги в системах пожарной сигнализации и пожаротушения.

Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) – комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара и (или) необходимости и путях эвакуации.

Система передачи извещений о пожаре – совокупность совместно действующих технических средств, предназначенных для передачи по каналам связи и приема в пункте централизованного наблюдения извещений о пожаре на охраняемом объекте, служебных и контрольно-диагностических извещений, а также (при наличии обратного канала) для передачи и приема команд телеуправления.

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

Спринклерный ороситель – ороситель с запорным устройством выходного отверстия, вскрываемым при срабатывании теплового замка.

Система противодымной защиты – комплекс организационных мероприятий, объемно-планировочных решений, инженерных систем и технических средств, направленных на предотвращение или ограничение опасности задымления зданий, сооружений и строений при пожаре, а также воздействия опасных факторов пожара на людей и материальные ценности.

Спринклерная водозаполненная установка пожаротушения – спринклерная установка пожаротушения, все трубопроводы которой заполнены водой (водным раствором).

Спринклерная воздушная установка пожаротушения – спринклерная установка пожаротушения, подводный трубопровод которой заполнен водой (водным раствором), остальные – воздухом под давлением.

Спринклерная установка пожаротушения – автоматическая установка пожаротушения, оборудованная спринклерными оросителями.

Станция пожаротушения – сосуды и оборудование установок пожаротушения, размещенные в специальном помещении.

Степень негерметичности помещения – выраженное в процентах отношение суммарной площади постоянно открытых проемов к общей площади поверхности помещения.

Тепловой замок – запорный термочувствительный элемент, вскрываемый при определенном значении температуры.

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

Тонкораспыленная струя воды – вода, получаемая в результате дробления водяной струи на капли, среднеарифметический диаметр которых 150 мкм и менее.

Точечный пожарный извещатель (дымовой, тепловой) – пожарный извещатель, реагирующий на факторы пожара в компактной зоне.

Узел управления – совокупность запорных и сигнальных устройств с ускорителями (замедлителями) их срабатывания, трубопроводной арматуры и измерительных приборов, расположенных между подводным и питающим трубопроводами установок водяного и пенного пожаротушения и предназначенных для их пуска и контроля за работоспособностью.

Установка локального пожаротушения по объему – установка объемного пожаротушения, воздействующая на часть объема помещения и/или на отдельную технологическую единицу.

Установка локального пожаротушения по поверхности – установка поверхностного пожаротушения, воздействующая на часть площади помещения и/или на отдельную технологическую единицу.

Установка объемного пожаротушения – установка пожаротушения для создания среды, не поддерживающей горение в объеме защищаемого помещения (сооружения).

Установка поверхностного пожаротушения – установка пожаротушения, воздействующая на горящую поверхность.

Установка пожарной сигнализации – совокупность технических средств для обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и/или выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и технические устройства.

Установка пожаротушения – совокупность стационарных технических средств для тушения пожара за счет выпуска огнетушащего вещества.

Шлейф пожарной сигнализации – соединительные линии, прокладываемые от пожарных извещателей до распределительной коробки или приемно-контрольного прибора.

Раздел 1. Электроника

1.1. Элементная база современных электронных устройств

1.1.1. Проводники, диэлектрики и полупроводники

Первоначально по электропроводности все вещества делили на две группы: проводники и диэлектрики.

Проводники – вещества хорошо проводящие электрический ток. Примеры: металлы и их сплавы, водные растворы солей, кислот, щелочи.

Диэлектрики - вещества не способные проводить электрический ток. Примеры: сухое дерево, бумага, воздух, масло, керамика, стекло, пластмассы, полиэтилен, поливинилхлорид, резина и т.д. У всех диэлектриков существует предел, до которого они не способны проводить электрический ток, его называют пробивным напряжением.

Однако дальнейшее изучение свойств веществ, привело к открытию третьей, промежуточной группы – **полупроводники**. Главной их особенностью является зависимость проводимости электрического тока от внешних условий (наличие примеси, температура, освещенность). Наиболее отчетливо полупроводники отличаются от проводников и диэлектриков характером зависимости электропроводности от температуры (рис. 1.1).

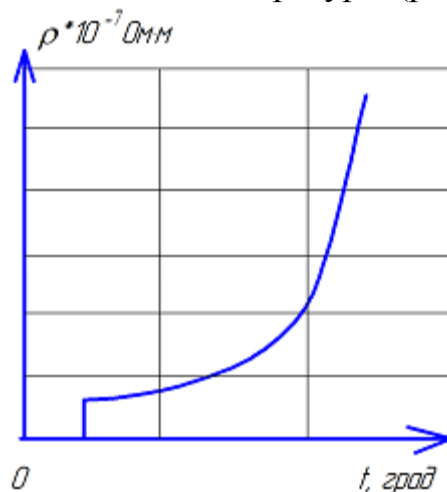


Рис. 1.1. Зависимость удельного сопротивления проводников от температуры

Для проводников при очень низких температурах не выше 25 К наблюдается явление сверхпроводимости. Данное явление было открыто для ртути. При охлаждении ртути в жидком гелии её сопротивление сначала меняется постепенно, а затем при температуре $4,1^\circ \text{ К}$ очень резко падает до нуля. Впоследствии было открыто много других сверхпроводников. Если бы удалось создать сверхпроводниковые материалы при температурах, близких к комнатным, то была бы решена важнейшая техническая проблема – передача энергии по проводам без потерь [3].

Измерения показывают, что у ряда элементов (кремний, германий, селен и др.) с ростом температуры удельное сопротивление не растет, как у металлов, а, наоборот, уменьшается. Такие вещества и называют полупроводниками.

Из графика, изображенного на рис. 1.2 видно, что при температурах, близких к абсолютному нулю, удельное сопротивление полупроводников очень велико. Это означает, что при низких температурах полупроводник ведет себя как диэлектрик. По мере повышения температуры удельное сопротивление быстро уменьшается.

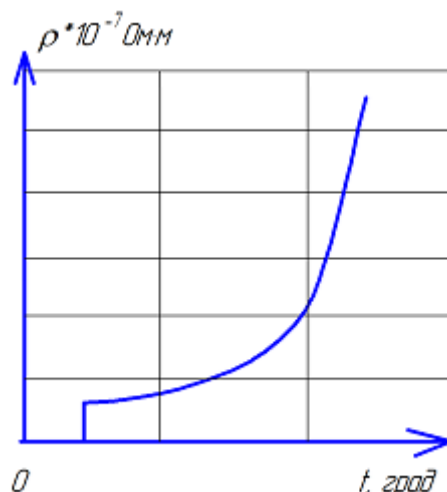


Рис. 1.2. Зависимость удельного сопротивления полупроводников от температуры

Полупроводниковые материалы объединяют обширный класс материалов с удельным сопротивлением $10^8 - 10^6 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Наибольшее применение нашли кремний и германий. Рассмотрим основные процессы в полупроводниковых материалах на основе их идеализированных моделей.

В электронной структуре идеального кристалла кремния из IV группы периодической системы элементов Менделеева каждый из четырех валентных электронов любого атома образует связанную пару (валентная связь) с такими же валентными электронами четырех соседних атомов. Если на атомы кремния не действуют внешние источники энергии (свет, теплота), способные нарушить его электронную структуру, то все атомы электрически нейтральны. Такой идеальный кристалл кремния не проводит электрический ток.

Однако электрические свойства идеального кристалла кремния существенно изменяются при добавлении в него примесей других химических элементов. В качестве примесей применяются обычно элементы либо из 5 группы, (сурьма, фосфор), либо из 3 группы (галлий, индий) периодической системы.

В электронной структуре кристалла кремния с примесью фосфора четыре валентных электрона фосфора и валентные электроны четырех соседних атомов кремния образуют четыре связанные пары. Пятый валентный электрон фосфора оказывается избыточным. При незначительных затратах энергии от внешних источников (тепловая энергия при комнатной температуре) избыточный электрон теряет связь с атомом примеси и становится свободным электроном.

Атом фосфора, потеряв электрон, становится неподвижным положительным ионом.

Электропроводность, обусловленная перемещением свободных электронов, называется электронной проводимостью полупроводника, или *n* – проводимостью (от слова *negativ* -отрицательный).

Такой полупроводник называется полупроводником с электронной электропроводностью или **полупроводником *n*-типа**, а соответствующая примесь – **донорной** (рис. 1.3).

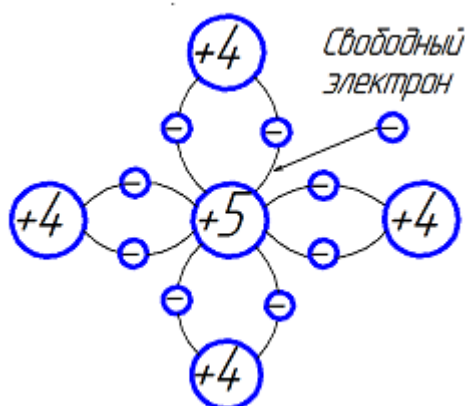


Рис. 1.3. Схема примеси атома германия с атомом пятивалентного вещества (мышьяка, сурьмы, фосфора)

Если в качестве примеси используется индий, имеющий три валентных электрона, то в электронной структуре кристалла кремния одна валентная связь атома индия с четырьмя соседними атомами кремния недоукомплектована, и в кристалле образуется «дырка». Для образования устойчивой электронной структуры кристалла необходим дополнительный электрон. Тепловой энергии при комнатной температуре вполне достаточно для того, чтобы атом индия захватил один электрон из валентной связи между одними атомами кремния. При этом атом индия превращается в устойчивый неподвижный отрицательный ион, а дырка перемещается на место расположения захваченного электрона. Далее на место вновь образовавшейся дырки может переместиться электрон из соседней валентной связи и т.д. С электрофизической точки зрения этот процесс можно представить как хаотическое движение в кристалле свободных дырок с положительным зарядом, равным заряду электрона.

Электропроводность, обусловленная перемещением дырок, называется дырочной проводимостью полупроводника, или *p* – проводимостью (от слова *positiv* – положительный).

Такой полупроводник называется полупроводником с дырочной электропроводностью или **полупроводником *p*-типа**, а соответствуют примесь – **акцепторной** (рис. 1.4).

Хотя в обоих рассмотренных выше процессах участвуют только электроны, введение фиктивных дырок с положительным зарядом удобно с методической точки зрения.

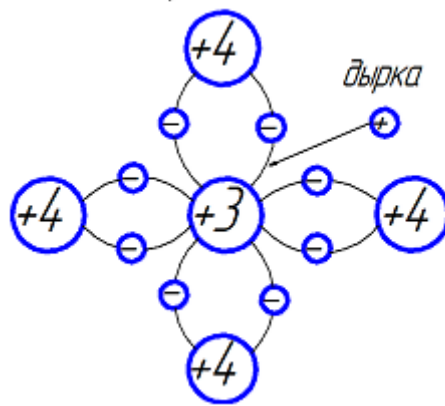


Рис. 1.4. Схема примеси атома германия с атомом трехвалентного вещества (индий, галлий, алюминий)

Свободные электроны и дырки возникают не только в полупроводниках, содержащих примеси, но и в идеальных полупроводниках без примесей, если энергии внешнего источника достаточно для разрыва валентной связи. Разрыв одной валентной связи в электрически нейтральном атоме кремния эквивалентен рождению пары «электрон-дырка». Этот процесс называется **генерацией** или **термогенерацией**, если источником энергии служит тепловая энергия. Одновременно протекает и обратный процесс – **рекомбинация**, то есть восстановление валентной связи при встрече электрона и дырки.

Благодаря термогенерации в идеальном полупроводнике как с донорной, так и с акцепторной примесью имеются свободные заряды обоих знаков. Для полупроводников *p-типа* свободные электроны называются основными, а дырки – неосновными носителями заряда. Для *n-проводника* основными носителями заряда являются дырки, а неосновными — электроны. Концентрация основных носителей, т. е. их число в 1 см^3 , обычно значительно превышает концентрацию неосновных носителей.

1.1.2. Полупроводниковые диоды

Полупроводниковым диодом называется прибор, который имеет два электрода и один выпрямляющий *p-n*-переход.

Выводы диода называются: анод от *p*-области и катод от *n*-области. Наиболее распространены и обширны две группы германиевых и кремниевых диодов – выпрямительные и импульсные, называемые в некоторых справочниках *универсальными*.

Выпрямительные диоды, в которых используется основное свойство *p-n*-перехода – его односторонняя электропроводность, применяют главным образом для выпрямления переменного тока в диапазоне частот от 50 Гц до 100 кГц. *Импульсные* диоды применяют в схемах электронных устройств, работающих в импульсных режимах.

Изолированный кристалл n-типа электрически нейтрален, сумма положительных и отрицательных зарядов в нем равна нулю. Также электрически нейтрален и изолированный кристалл p-типа. Однако в нем в хаотическом тепловом движении находятся дырки.

При приведении кристаллов n- и p- типа в плотное начинается диффузия дырок из p-области в n-область и диффузия электронов в обратном направлении. В тонком пограничном слое полупроводника n-типа возникает положительный заряд, а в пограничном слое полупроводника p-типа - отрицательный заряд. Между этими слоями возникает разность потенциалов (потенциальный барьер) и образуется электрическое поле напряженностью E_n , которая препятствует диффузии электронов и дырок из одного полупроводника в другой (рис. 1.5).

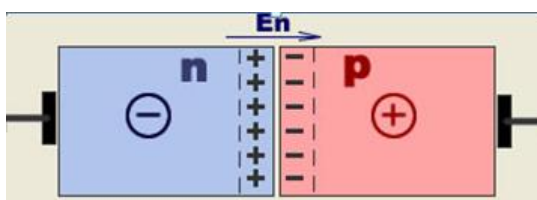


Рис. 1.5. Структура полупроводникового диода

Таким образом, на границе двух полупроводников возникает тонкий слой, обедненный носителями зарядов (электронов и дырок) и обладающий большим сопротивлением. Этот слой называется запирающим **p-n** переходом.

По конструктивно-технологическому принципу полупроводниковые диоды разделяют на точечные и плоскостные. В точечном диоде используют пластину германия или кремния с проводимостью n-типа толщиной 0,1...0,6 мм и площадью 0,5...1,5 мм². В пластинку сплавляют иглу из металла или сплава, содержащую необходимые примеси. В процессе вплавления в области контакта полупроводника с иглой формируется слой n-типа.

В плоскостном диоде **p-n** переход образуется двумя полупроводниковыми слоями различного типа проводимости, при этом площадь перехода у диодов различных типов находится в диапазоне от долей квадратного микрометра до нескольких квадратных сантиметров.

Условно полупроводниковые диоды подразделяют на слаботочные (предельный ток менее 10 А) и силовые (предельный ток более 10 А).

Движение неосновных носителей зарядов под действием сил поля p-n-перехода направлено встречно диффузионному току основных носителей и называется дрейфовым или тепловым током, зависящим в сильной степени от температуры.

При отсутствии внешнего электрического поля дрейфовый ток уравнивается диффузионным и суммарный ток через **p-n**-переход равен нулю.

Соединив положительный зажим источника питания с металлическим электродом полупроводника n-типа, а отрицательный зажим с электродом

полупроводника **p**-типа, получим внешнее электрическое поле E_v , направленное согласно с полем **p-n**-перехода E_n , усиливающее его.

Такое поле еще больше будет препятствовать прохождению основных носителей зарядов через запирающий слой и через диод пройдет малый обратный ток $I_{обр}$, обусловленный неосновными носителями заряда (рис. 1.6). Обратный ток диода в значительной мере зависит от температуры, увеличиваясь с ее повышением.

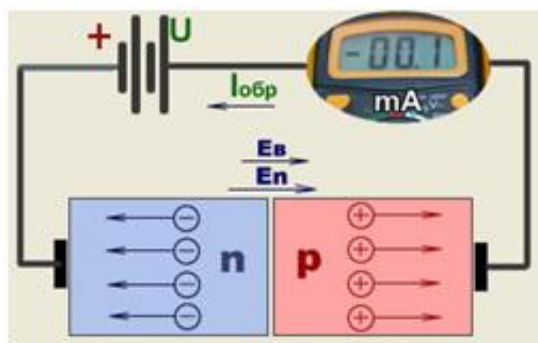


Рис. 1.6. Схема включения диода в обратном направлении

При изменении полярности источника питания внешнее электрическое поле E_v окажется направленным встречно полю **p-n**-перехода E_n и под действием этого поля электроны и дырки начнут двигаться навстречу друг другу и число основных носителей заряда в переходном слое возрастет, уменьшая потенциальный барьер и сопротивление переходного слоя. Таким образом, в цепи устанавливается прямой ток $I_{пр}$, который будет значительным даже при относительно небольшом напряжении источника питания U (рис. 1.7).

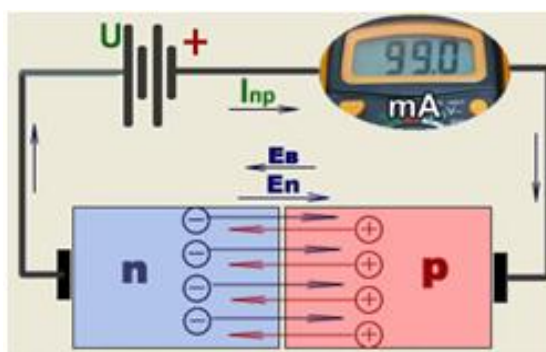


Рис. 1.7. Схема включения диода в прямом направлении

На рис. 1.8 показана вольтамперная характеристика германиевого диода и его условное обозначение. Для большей наглядности прямая ветвь (правая часть графика) и обратная ветвь (левая часть графика) характеристики изображены в различных масштабах. Характеристика показывает, что при небольшом прямом напряжении $U_{пр}=1$ В на зажимах диода в его цепи проходит относительно большой ток, а при значительных обратных напряжениях $U_{обр}$ ток $I_{обр}$ ничтожно мал.

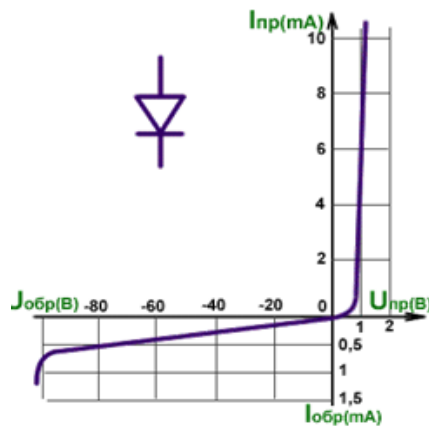


Рис. 1.8. Вольт-амперная характеристика диода

Таким образом, полупроводниковый диод обладает односторонней проводимостью, т. е. является электрическим вентиляем [9]. При достижении обратным напряжением некоторого критического значения $U_{пр}$ обратный ток возрастает. Этот режим называют пробоем $p-n$ перехода.

С практической точки зрения целесообразно различать два вида пробоя: электрический и тепловой. Электрический пробой не опасен для $p-n$ перехода: при отключении источника обратного напряжения вентиляльные свойства электронно-дырочного перехода полностью восстанавливаются.

Тепловой пробой приводит к разрушению кристалла и является аварийным режимом. Тепловой пробой возникает при недостаточном охлаждении кристалла. В этом случае температура $p-n$ перехода повышается, что приводит к увеличению генерации носителей зарядов, увеличению тока и дальнейшему повышению температуры. В конечном итоге кристалл разрушается. Для борьбы с тепловым пробоем полупроводниковые приборы снабжаются устройствами, повышающими теплоотдачу.

1.1.3. Биполярные и полевые транзисторы

Транзистор – это полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов в широком диапазоне частот (от постоянного тока до десяти гигагерц) и мощности (от десятков милливатт до сотен ватт) (рис. 1.9).

Различают биполярные транзисторы, в которых используются кристаллы n - и p -типа, и полевые (униполярные) транзисторы, изготовленные на кристалле германия или кремния с одним типом проводимости.



Рис. 1.9. Биполярные транзисторы

Биполярные транзисторы – это полупроводниковые приборы, выполненные на кристаллах со структурой *p-n-p*-типа (а) или *n-p-n*-типа (б) с тремя выводами, связанными с тремя слоями (областями): коллектор (К), база (Б) и эмиттер (Э) (рис. 1.10, а и б). Ток в таком транзисторе определяется движением зарядов двух типов: электронов и дырок. Отсюда его название – *биполярный транзистор* [10, 11].

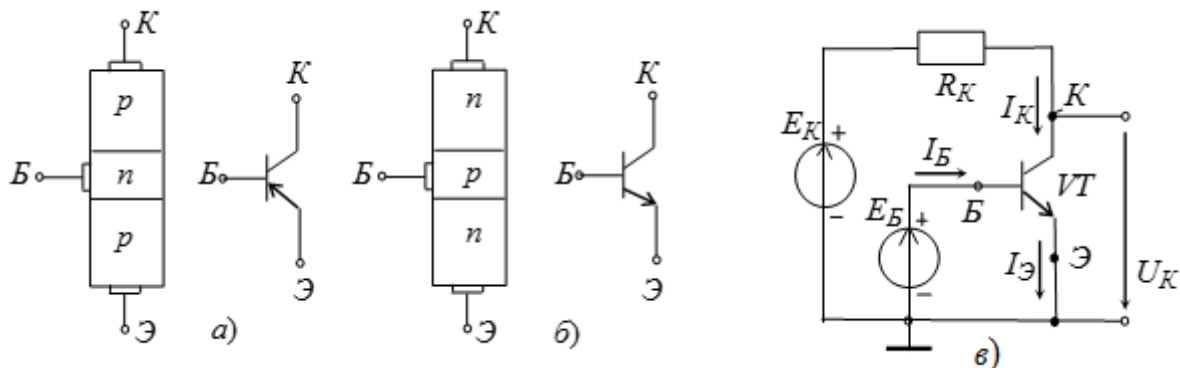


Рис. 1.10. Транзистор:
а) *p-n-p* структура; б) *n-p-n* структура; в) схема включения

Физические процессы в транзисторах *p-n-p*-типа и *n-p-n*-типа одинаковы. Отличие их в том, что токи в базах транзисторов *p-n-p*-типа переносятся основными носителями зарядов – дырками, а в транзисторах *n-p-n*-типа – электронами. Каждый из переходов транзистора – эмиттерный (Б-Э) и коллекторный (Б-К) можно включить либо в прямом, либо в обратном направлении. В зависимости от этого различают три режима работы транзистора:

- режим *отсечки* – оба *p-n*-перехода закрыты, при этом через транзистор протекает сравнительно небольшой ток I_0 , обусловленный неосновными носителями зарядов;
- режим *насыщения* – оба *p-n*-перехода открыты;
- *активный* (усилительный) режим – один из *p-n*-переходов открыт, а другой закрыт.

В режимах отсечки и насыщения управление транзистором практически отсутствует. В активном режиме транзистор выполняет функцию *активного элемента* электрических схем усиления сигналов, генерирования колебаний, переключения и т. п.

Подав отрицательный потенциал ЭДС источника E_K на коллектор и положительный на эмиттер (рис. 1.10, в) в схеме включения транзистора *n-p-n*-типа с общим эмиттером (с ОЭ), мы, тем самым, открыли эмиттерный переход Э-Б и закрыли коллекторный Б-К, при этом ток коллектора $I_{K0} = I_{Э0} = I_0$ мал, он определяется концентрацией неосновных носителей (электронов в данном случае) в коллекторе и базе.

Если между эмиттером и базой приложить небольшое напряжение (0,3...0,5 В) в прямом направлении *p-n*-перехода Э-Б, то происходит *инжекция* дырок из эмиттера в базу, образуя ток эмиттера $I_Э$. В базе дырки частично

рекомбинируют со свободными электронами, но одновременно от внешнего источника напряжения ($E_B < E_K$) в базу приходят новые электроны, образуя ток базы I_B .

Так как база в транзисторе выполняется в виде тонкого слоя, то только незначительная часть дырок рекомбинирует с электронами базы, а основная их часть достигает коллекторного перехода. Эти дырки захватываются электрическим полем коллекторного перехода, являющегося ускоряющим для дырок. Ток дырок, попавших из эмиттера в коллектор, замыкается через резистор R_K и источник напряжения с ЭДС E_K , образуя ток коллектора I_K во внешней цепи.

Токи транзистора в схеме включения с ОЭ, работающего в активном режиме, связаны уравнением

$$I_{\text{Э}} = I_K + I_B. \quad (1.1)$$

Отношение тока коллектора к току эмиттера называют *коэффициентом передачи тока*

$$\alpha \approx I_K / I_{\text{Э}} \Big|_{U_{B\text{Э}} = \text{const}} = 0,96 \dots 0,995 < 1, \quad (1.2)$$

откуда ток базы

$$I_B = I_{\text{Э}} - I_K = (1 - \alpha)I_{\text{Э}} - I_{K0} \ll I_{\text{Э}}, \quad (1.3)$$

где $I_{K0} = 0,1 \dots 10$ мкА у кремниевых и $I_{K0} = 10 \dots 100$ мкА у германиевых транзисторов.

Схема включения транзистора с ОЭ является наиболее распространенной вследствие малого тока базы во входной цепи и усиления входного сигнала как по напряжению, так и по току.

Транзистор может работать на постоянном токе, малом переменном сигнале, большом переменном сигнале и в ключевом (импульсном) режиме.

Основные свойства транзистора определяются соотношениями токов и напряжений в различных его цепях и взаимным их влиянием друг на друга. На рис. 1.11 представлены семейства входных $I_B = f(U_B) \Big|_{U_K = \text{const}}$ (а) и выходных $I_K = f(U_K) \Big|_{U_B = \text{const}}$ (б) статических характеристик транзистора в схеме с ОЭ. Они могут быть получены в результате эксперимента или расчёта.

Семейства характеристик, которые связывают напряжения и токи на выходе с токами и напряжениями на входе, называют *характеристиками передачи* или *управляющими характеристиками*. В качестве примера на рис. 1.11, в приведена управляющая характеристика по току транзистора (коэффициент передачи тока) при напряжении $U_K = \text{const}$, т. е.

$$I_K = f(I_B) \Big|_{U_K = \text{const}}.$$

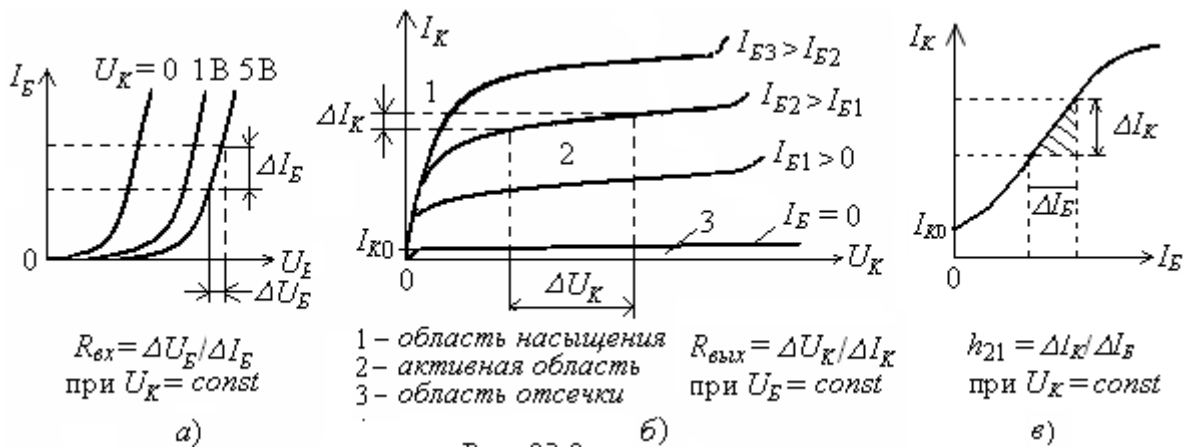


Рис. 1.11. Характеристики транзистора: а) семейство входных характеристик; б) семейство выходных характеристик; в) управляющая характеристика

Входные и выходные характеристики транзистора обычно приводятся в справочниках (каталогах) транзисторов, которые широко используют для анализа работы транзисторов и для расчета схем при больших сигналах.

В режиме усиления *малых сигналов* транзистор в схеме с ОЭ часто представляют в виде линейного четырехполюсника, входные и выходные параметры которого связаны следующими уравнениями:

$$\Delta U_B = h_{11Э} \Delta I_B + h_{12Э} \Delta U_K; \quad (1.4)$$

$$\Delta I_K = h_{21Э} \Delta I_B + h_{22Э} \Delta U_K, \quad (1.5)$$

где $h_{11Э} = \left. \frac{\Delta U_B}{\Delta I_B} \right|_{U_K = const}$ ($\Delta U_K = 0$) – входное динамическое сопротивление

транзистора ($h_{11Э} = 100 \dots 1000$ Ом); $h_{12Э} = \left. \frac{\Delta U_B}{\Delta U_K} \right|_{I_B = const}$ ($\Delta I_B = 0$) – безразмерный

коэффициент внутренней обратной связи по напряжению, значение которого лежит в пределах $0,002 \dots 0,0002$ (при расчётах им часто пренебрегают, т. е.

полагают равным нулю); $h_{21Э} = \left. \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} \right|_{U_K = const}$ ($\Delta U_K = 0$) – коэффициент передачи

(усиления) тока при постоянном напряжении на коллекторе; его также обозначают K_i или $\beta = 10 \dots 200$;

$$h_{22Э} = \left. \frac{\Delta I_K}{\Delta U_K} \right|_{I_B = const} \quad (\Delta I_B = 0) \text{ – выходная проводимость транзистора при}$$

постоянном токе базы ($h_{22Э} = 10^{-4} \dots 10^{-6}$ См).

Параметры схемы замещения транзистора с ОЭ в h -форме определяют по его входным и выходным характеристикам (рис. 1.11).

Полевой транзистор – это полупроводниковый прибор, в котором ток стока (I) через полупроводниковый канал n - или p -типа управляется электрическим полем, возникающим при приложении напряжения между затвором (Z) и истоком (I). Полевые транзисторы изготавливают:

- с управляющим затвором типа *p-n-перехода* для использования в высокочастотных (до 12...18 ГГц) преобразовательных устройствах. Условное их обозначение на схемах приведено на рис. 1.12, а и б;
- с *изолированным* (слоем диэлектрика) затвором для использования в устройствах, работающих с частотой до 1...2 ГГц. Их условное обозначение на схемах дано на рис. 1.11, д и е.

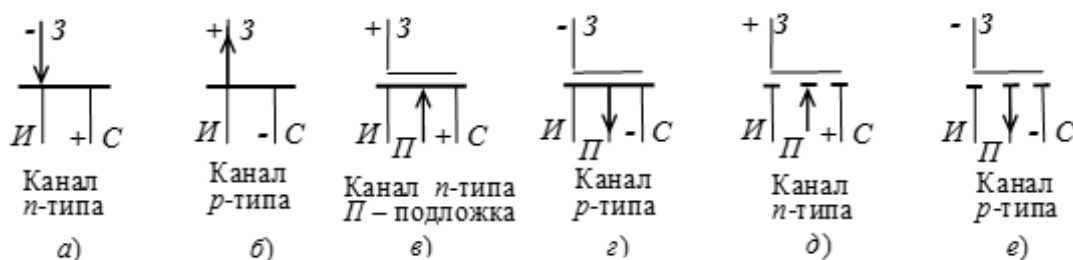


Рис. 1.12. Схематическое изображение полевых транзисторов

Схема включения полевого транзистора с затвором типа *p-n-перехода* и каналом *n*-типа, его семейство выходных характеристик $I_C = f(U_C)$, $U_3 = const$ и стоко-затворная характеристика $I_C = f(U_3)$, $I_C = const$ изображены на рис 1.13.

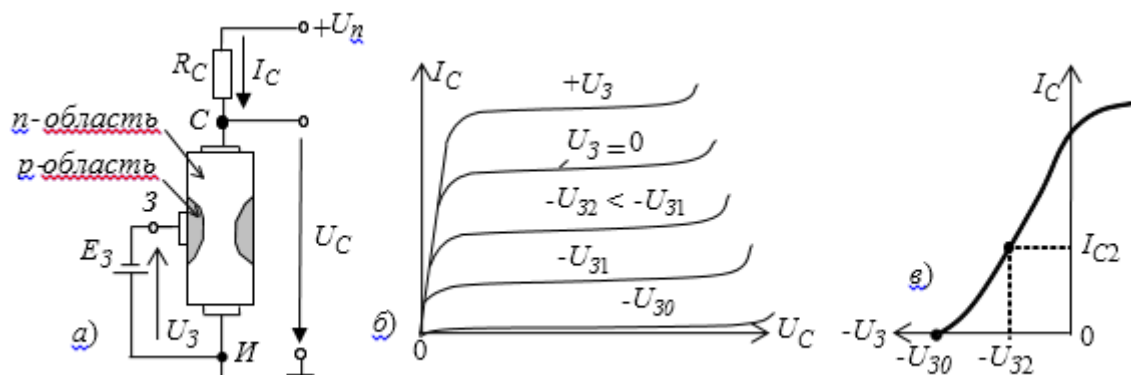


Рис. 1.13. Полевой транзистор: а) схема включения; б) семейство выходных характеристик; в) стоко-затворная характеристика

При подключении выходов стока *С* и истока *И* к источнику питания U_n по каналу *n*-типа протекает начальный ток I_C , так как *p-n-переход* не перекрывает сечение канала (рис. 1.13, а). При этом электрод, из которого в канал входят носители заряда, называют *истоком*, а электрод, через который из канала уходят основные носители заряда, называют *стоком*. Электрод, служащий для регулирования поперечного сечения канала, называют *затвором*. С увеличением обратного напряжения $-U_3$ уменьшается сечение канала, его сопротивление увеличивается и уменьшается ток стока I_C (см. рис. 1.13, в).

Итак, управление током стока I_C происходит при подаче обратного напряжения на *p-n-переход* затвора *З*. В связи с малостью обратных токов в цепи затвор-исток, мощность, необходимая для управления током стока, оказывается ничтожно малой.

При напряжении $-U_3 = -U_{30}$, называемым *напряжением отсечки*, сечение канала полностью перекрывается обеднёнными носителями заряда барьерным

слоем, и ток стока I_{CO} (ток отсечки) определяется неосновными носителями заряда p - n -перехода (см. рис. 1.13, б).

Схематичная структура полевого транзистора с индуцированным n -каналом представлена на рис. 1.14. Электрод затвора изолирован от полупроводникового канала с помощью слоя диэлектрика из двуокиси кремния (SiO_2). Поэтому полевой транзистор с такой структурой называют МОП-транзистором (металл-оксид-полупроводник). Электроды стока и истока располагаются по обе стороны затвора и имеют контакт с полупроводниковым каналом. При напряжении на затворе относительно истока равным нулю и при наличии напряжения на стоке ток стока I_C оказывается ничтожно малым. Заметный ток стока появляется только при подаче на затвор напряжения положительной полярности относительно истока, больше так называемого *порогового напряжения* $U_{з.пор}$.

При этом в результате проникновения электрического поля через диэлектрический слой в полупроводник при напряжениях на затворе, больших $U_{з.пор}$, у поверхности полупроводника под затвором возникает инверсионный слой, который и является каналом, соединяющим исток со стоком. Толщина и поперечное сечение канала изменяются с изменением напряжения на затворе, соответственно будет изменяться ток стока.

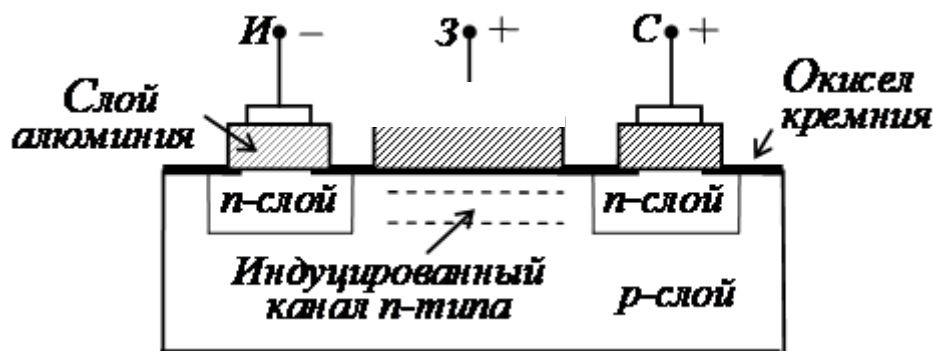


Рис. 1.14. Структура полевого транзистора

В полевом транзисторе со встроенным каналом при нулевом напряжении на затворе ток стока имеет начальное значение I_{CO} . Такой транзистор может работать как в режиме обогащения, так в режиме обеднения: при увеличении напряжения на затворе канал обогащается носителями зарядов и ток стока растёт, а при уменьшении напряжения на затворе канал обедняется и ток стока снижается.

Важнейшей особенностью полевых транзисторов является высокое входное сопротивление (десятки-сотни мегаом) и малый входной ток. Одним из основных параметров полевых транзисторов является *крутизна* $S = \Delta I_C / \Delta U_з$ стоко-затворной характеристики (см. рис. 1.13, в), выражаемая в мА/В.

1.1.4. Тиристор

Тиристор – это полупроводниковый прибор, обладающий двумя устойчивыми состояниями: открытым и закрытым. В открытом состоянии тиристор хорошо проводит электрический ток, а в закрытом – имеет большое сопротивление. Основное назначение тиристоров – бесконтактная коммутация электрических цепей (рис. 1.15).



Рис. 1.15. Тиристор

Тиристор имеет три вывода: анод A , катод K и управляющий электрод $У$ (рис. 1.16, а). При отсутствии напряжения U_y на управляющем электроде и при приложении напряжения U_a к аноду оба эмиттерных перехода ($ЭП$) открыты, а коллекторный переход ($КП$) закрыт, и почти всё анодное напряжение U_a приложено к переходу $КП$. При увеличении напряжения U_a до значения напряжения отпирания U_{om} ток анода мал, а сопротивление прибора велико.

При напряжении анода $U_a = U_{om}$ происходит лавинообразный пробой $КП$ перехода, сопротивление тиристора уменьшается, и ток анода практически ограничивается сопротивлением резистора R_n , т. е. $I_a \approx U_a/R_n$. Как видно из рис. 1.16, б, тиристор имеет два устойчивых состояния: участки oa и gd , наличие которых позволяет использовать прибор в качестве мощного переключающего элемента в различных схемах автоматики. Наличие же участка $бв$ с отрицательным дифференциальным сопротивлением позволяет использовать прибор в различных схемах генераторов и модуляторов.

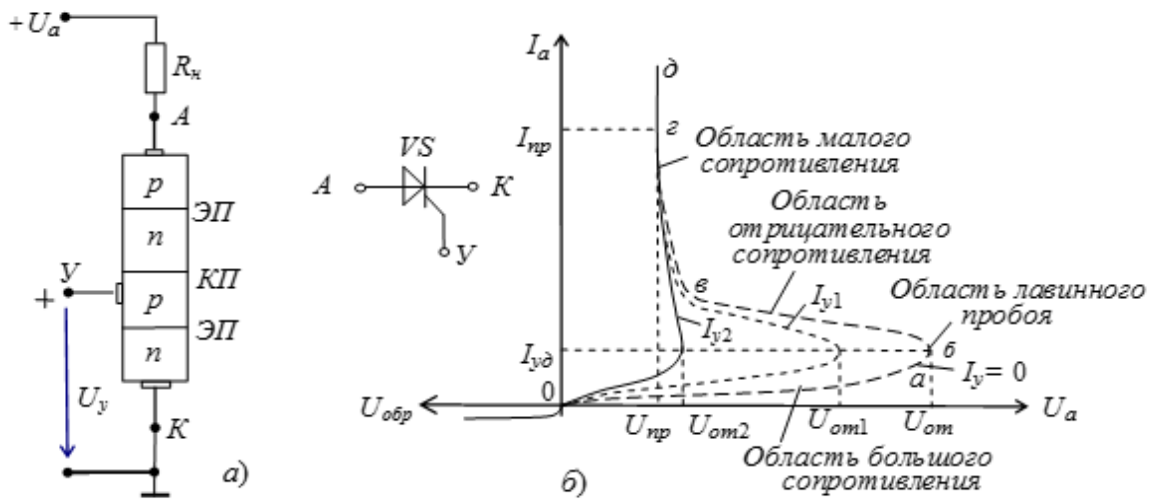


Рис. 1.16. Тиристор:

а) схема включения; б) вольт-амперная характеристика

Чтобы выключить тиристор, нужно уменьшить анодное напряжение U_a до значения, при котором ток анода станет меньше тока удержания, т. е. $I_a < I_{yd}$. На практике уменьшают напряжение U_a до нуля или прикладывают к аноду напряжение отрицательной полярности.

Недостатком неуправляемого тиристора, называемого *динистором*, является большая зависимость напряжения включения U_{om} и тока удержания I_{yd} от температуры.

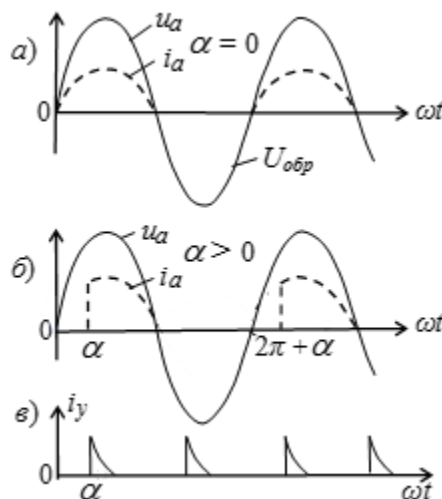


Рис. 1.17. Временные диаграммы

При подаче напряжения $+U_y$ на управляющий электрод (Y), присоединенный к среднему p-слою кристалла тиристора (см. рис. 1.16, а), происходит смещение коллекторного перехода КП, появляется ток I_y , причем с его увеличением уменьшается напряжение отпирания U_{om} тиристора (см. рис. 1.16, б). При $I_y \geq I_{y2}$ вольтамперная характеристика тиристора спрямляется. После открытия тиристора ток I_y управляющего электрода перестаёт оказывать какое-либо влияние на работу тиристора. При подаче на анод синусоидального напряжения тиристор закрывается во время отрицательной полуволны

напряжения. На рис. 1.17 показаны временные диаграммы напряжения u_a и тока i_a анода, а также импульсы управляющего тока i_y .

Управляющая характеристика по току $I_a(\alpha)$ тиристора от угла отпирания α изображена на рис. 1.18.

Тиристоры изготавливают на различные коммутируемые токи I_a (вплоть до тысяч ампер) и напряжения U_a (тысячи вольт) при управляющих токах в десятки и сотни миллиампер.

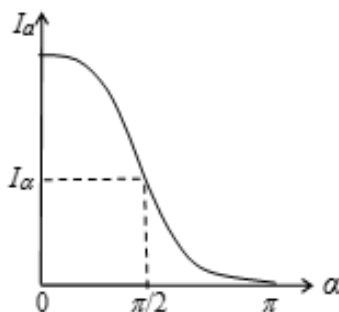


Рис. 1.18. Управляющая характеристика по току

Время переключения тока (порядка 50...100 мА) маломощных тиристорov составляет доли микросекунд, а время восстановления сопротивления тиристора при токе $I_a = 10$ А составляет 200...250 мкс. Коэффициент усиления по мощности тиристора

$$K_p = U_a I_a / U_y I_y \approx 250000. \quad (1.6)$$

Основные параметры тиристорov:

- напряжение на открытом тиристоре $U_{om} = 1 \dots 1,5$ В;
- максимальный допустимый ток анода $I_{a,max}$;
- управляющее напряжение U_y и ток I_y ;
- время включения и выключения $t_{вкл}$ и $t_{вык}$;
- допустимое обратное напряжение тиристора $U_{обр,max}$.

1.2. Источники вторичного электропитания Электронных устройств

1.2.1. Классификация и состав выпрямителей

В начальной стадии развития электротехники применяли исключительно постоянный ток. В настоящее время преимущественное распространение получил переменный ток. Постоянный ток, необходимый в промышленности на электрифицированном транспорте, в электросвязи и т.д., в большинстве случаев получают путем выпрямления переменного тока.

Выпрямители служат для преобразования переменного тока в постоянный.

Так как большинство схем связи и сигнализации работают на постоянном токе, возникает необходимость преобразования переменного тока в постоянный. Эту функцию и выполняют выпрямители.

Выпрямительное устройство (рис.1.19) состоит из основных узлов: трансформатора, схемы выпрямления и сглаживающего фильтра.

Трансформатор в схеме выпрямления предназначен для получения заданного напряжения на выходе выпрямителя. Кроме этого трансформатор устраняет непосредственную электрическую связь цепи выпрямленного тока с питающей сетью, что необходимо, в случае если один полюс нагрузки заземлен или соединен с корпусом устройства.

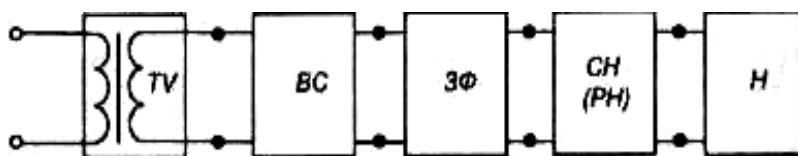


Рис. 1.9. Структурная схема выпрямительного устройства

Комплект вентиляей осуществляет процесс выпрямления. Он может состоять из одного или нескольких вентиляей, соединенных по определенной схеме.

Сглаживающий фильтр предназначен для ослабления пульсаций, то есть для уменьшения переменных составляющих, содержащихся в спектре выпрямленного напряжения. Сглаживающий фильтр наиболее часто состоит из индуктивных и емкостных элементов, соединяемых по определенной схеме.

Помимо элементов, показанных на структурной схеме, выпрямитель может содержать стабилизатор напряжения (или тока), который поддерживает напряжение (или ток) постоянным, с определенной степенью точности при измерениях напряжения питающей сети и сопротивления нагрузки. Выпрямительное устройство может также выполнять функции регулятора напряжения и содержать устройства контроля, коммутации, защиты и др.

Выпрямители классифицируют по числу фаз — **однофазные** и **многофазные**. Многофазные выпрямители используются в случаях, когда выходная мощность источника питания превышает 500 Вт.

По схеме соединения вентиляей различают три вида выпрямителей: **однополупериодный, двухполупериодный и мостовой**.

Наиболее простой схемой однофазного выпрямителя является **однополупериодная**.

1.2.2. Схемы выпрямителей. Достоинства и недостатки

Схема простейшего однополупериодного выпрямителя приведена на рис. 1.20, а. На рис. 1.20, б, в приведены соответствующие этой схеме эпюры напряжения и тока.

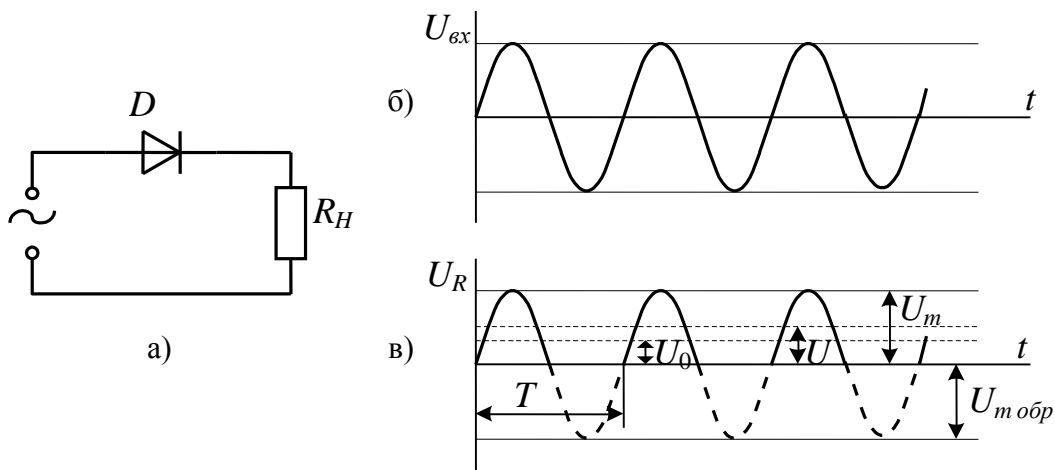


Рис. 1.20. Однополупериодный выпрямитель

В состав схемы входят: источник синусоидального напряжения $u(t) = U_m \cdot \sin \omega t$, выпрямительный диод, и нагрузка R_H . При анализе работы схемы будем полагать, что сопротивление диода в прямом направлении равно нулю, а в обратном - бесконечности. При таких допущениях через нагрузку протекает несинусоидальный периодический ток, в виде полувольт синусоиды:

$$i(t) \begin{cases} \frac{U_m}{R} \cdot \sin \omega t, \text{ при } U_{ex} > 0 \\ 0, \text{ при } U_{ex} \leq 0. \end{cases} \quad (1.7)$$

Этот ток создает на сопротивлении R_H падение напряжения в виде периодических пульсаций. С учетом принятых допущений амплитудное значение пульсаций равно амплитудному значению входного напряжения (рис. 1.20, в). Во время отрицательного полупериода входного напряжения все напряжение источника падает на бесконечно большом сопротивлении диода. Такое падение напряжения называют обратным напряжением диода, а выпрямитель - однополупериодным.

Первичная обмотка трансформатора подключается к сети переменного тока, а вторичная к диоду и нагрузке. В течение положительного полупериода напряжение на аноде диода положительно, через диод и нагрузку проходит прямой ток, создающий на нагрузке выпрямленное напряжение, повторяющее форму входного напряжения выпрямителя. В течение отрицательного полупериода входного напряжения диод закрыт.

Существенным недостатком однополупериодного выпрямителя является большой коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения. Другим недостатком является неполное использование энергии переменного тока, так как ток через нагрузку проходит в течение положительных полупериодов. В связи с этим такие выпрямители могут быть использованы для маломощных устройств, не требующих качественной фильтрации питающего напряжения (цепи смещения электронных ламп, питание анодных цепей цифровых газоразрядных индикаторных приборов и др.).

Более эффективным является **двухполупериодный выпрямитель**.

Схема двухполупериодного выпрямителя содержит источник синусоидального напряжения, трансформатор с выводом от средней точки вторичной обмотки (вторичная обмотка состоит из двух половин, каждая из которых выдает напряжение, примерно равное выходному напряжению выпрямителя), два диода и сопротивление нагрузки - R_H (рис. 1.21, а). Сопротивление нагрузки включено между катодами диодов и средней точкой вторичной обмотки. При использовании такой схемы выпрямителя ток через нагрузку проходит в течение обоих полупериодов.

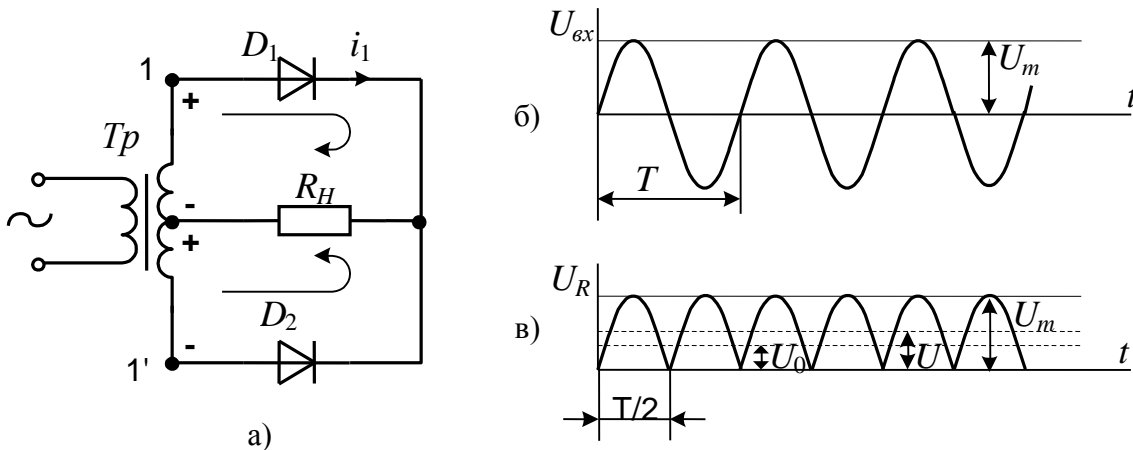


Рис. 1.21. Двухполупериодный выпрямитель

В течение первого полупериода ток проходит через диод, так как на его аноде действует положительное по отношению к катоду напряжение, диод в это время закрыт и его ток равен нулю. Таким образом, ток через нагрузку проходит в течение положительных и отрицательных полупериодов, создавая на нем пульсирующее напряжение. При использовании данной схемы напряжение пульсирует с частотой, вдвое большей, чем в однополупериодной схеме, поэтому степень пульсации напряжения меньше, чем при однополупериодном выпрямлении.

На интервале времени от 0 до $T/2$ (рис. 1.21, б) полярность напряжения на вторичной обмотке трансформатора такая, как показано на рис. 1.21, а. К диоду $D1$ приложено прямое напряжение, а к диоду $D2$ - обратное. В цепи вторичной обмотки потечет ток i_1 от точки 1, через диод $D1$, сопротивление R_H к средней точке вторичной обмотки. Этот ток создаст падение напряжения (пульсацию) на интервале положительного полупериода входного напряжения.

На интервале от $T/2$ до T (отрицательный полупериод) полярность напряжения на вторичной обмотке трансформатора изменится на противоположную. Теперь к диоду $D2$ приложено прямое напряжение, а к диоду $D1$ - обратное. В цепи вторичной обмотки потечет ток i_2 от точки $1'$, через диод $D2$, сопротивление R_H к средней точке вторичной обмотки. Направление тока через R_H осталось таким же и во время положительного полупериода. Поэтому этот ток создаст падение напряжения (пульсацию) на интервале отрицательного

полупериода. Именно поэтому рассматриваемый выпрямитель часто называют двухполупериодным.

Рис. 2.3, в наглядно показывает, что период пульсаций выпрямленного напряжения T_n в два раза меньше периода входного напряжения.

Недостатком двухполупериодного выпрямителя является то, что в процессе его работы закрытой диод находится под удвоенным, по отношению к выходному, напряжением, что может вызвать пробой диода и выход из строя выпрямителя. Это характерно для выпрямителей с выходным напряжением 200 и более вольт. В выпрямителях с большим выходным напряжением в каждом плече схемы используют несколько последовательно включенных диодов.

Другой разновидностью двухполупериодных выпрямителей является **мостовой выпрямитель**. Схема включает в свой состав источник напряжения $u(t)$, четыре диода и сопротивление нагрузки R_H , которое включено в диагональ моста. Входное переменное напряжение подводится к диагонали моста, а с другой диагонали снимается выпрямленное напряжение. Таким образом в течение каждого полупериода ток через нагрузку протекает в одном направлении.

Пусть во время положительного полупериода входного напряжения полярность контактов 1 - 1' такая, как показано на рис. 1.22. В этом случае к диодам D_1 и D_4 приложено прямое напряжение, а к диодам D_2 и D_3 - обратное. В цепи выпрямителя потечет ток i_1 от контакта 1, через диод D_1 , сопротивление нагрузки R_H , диод D_4 , к контакту 1'. Этот ток создаст на сопротивлении нагрузки падение напряжения (пульсацию) на интервале положительного полупериода входного напряжения (см. рис. 1.21, в).

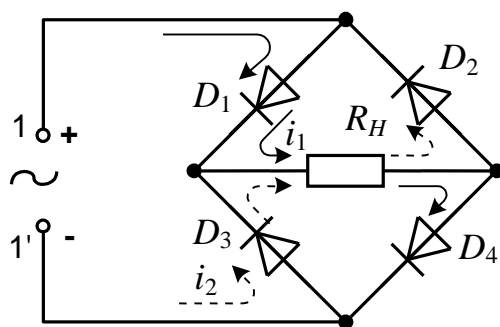


Рис.1. 22. Схема мостового выпрямителя

Во время отрицательного полупериода входного напряжения полярность контакта 1 - 1' меняется на противоположную. Теперь напряжение приложено к диодам D_2 и D_3 , а обратное - к диодам D_1 и D_4 . В цепи выпрямителя потечет ток i_2 от контакта 1', через диод D_3 , сопротивление нагрузки R_H , диод D_2 , к контакту 1. Видим, что направление тока через сопротивление R_H не изменилось. Значит форма напряжения на сопротивлении R_H такая как на рис. 1.21, в, а параметры мостового выпрямителя такие же у предыдущей схемы. Однако, в силу компактности именно мостовая схема получила широкое распространение.

По сравнению с предыдущей схемой мостовая схема выпрямителя имеет ряд преимуществ:

- проще трансформатор — имеет одинарную вторичную обмотку;
- меньше вероятность пробоя диодов, так как напряжение на вторичной обмотке в два раза меньше и при обратном подключении распределяется на два диода моста;
- выпрямитель может работать без трансформатора, если необходимо получить выпрямленное напряжение, равное напряжению сети переменного тока.

В последнем случае между источником питания (сеть переменного тока) и схемой радио-электронной аппаратуры возникает гальваническая связь, что небезопасно.

На рис. 1.23 приведена схема трехфазного однополупериодного выпрямителя. В ее состав входят трехфазный трансформатор, три диода и сопротивление нагрузки R_H . Каждая фаза вторичной обмотки трансформатора включена на общую нагрузку и соответствующий диод. Поэтому каждый диод открывается во время положительной полуволны своей фазы (рис. 1.24).

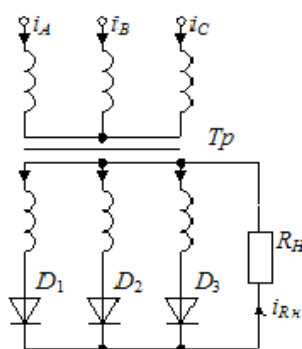


Рис. 1.23. Схема и трехфазного однополупериодного выпрямителя

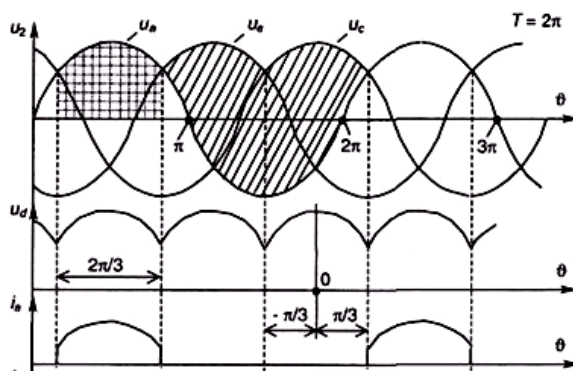


Рис. 1.24. Кривые напряжений на трехфазном выпрямителе

1.2.3. Сглаживающие фильтры

Анализ работы рассмотренных схем выпрямителей показывает, что напряжение на их выходе не постоянное, а пульсирующее. Применять такое напряжение непосредственно для питания электронных устройств нельзя. Существенно снизить уровень пульсаций позволяют сглаживающие фильтры. Сглаживающие фильтры используются как промежуточные элементы между выпрямителем и нагрузкой. В основу их построения положено применение реактивных элементов - индуктивностей и емкостей.

Известно, что сопротивление индуктивности $X_L = \omega L$ прямо пропорционально частоте. Это значит, что для постоянной составляющей сопротивление идеальной индуктивности равно нулю, а для гармоник оно тем больше, чем выше номер гармоники. Поэтому индуктивность полезно включать последовательно нагрузке (рис. 1.25, а).

Сопротивление емкости $X_C = 1/\omega C$ обратно пропорционально частоте. Для постоянной составляющей это сопротивление бесконечно велико, а для гармоник - мало, тем меньше чем выше номер гармоники. Поэтому емкость полезно включать параллельно нагрузке (рис. 1.25, б). Для повышения качества фильтрации применяются комбинированные LC фильтры, например, как на рис. 1.25, в.

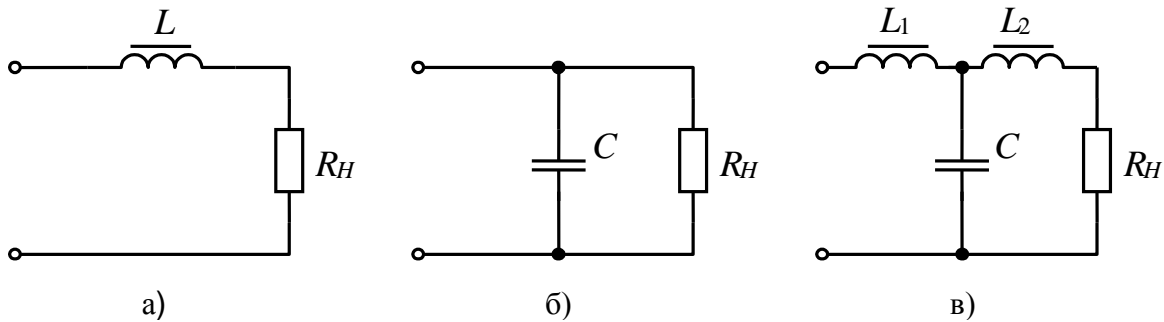


Рис. 1.25. Сглаживающие фильтры: а) индуктивный фильтр, б) ёмкостный фильтр; комбинированный фильтр

Рассмотрим принцип работы простейшего емкостного фильтра, сглаживающего пульсации однополупериодного выпрямителя (рис. 1.26, а).

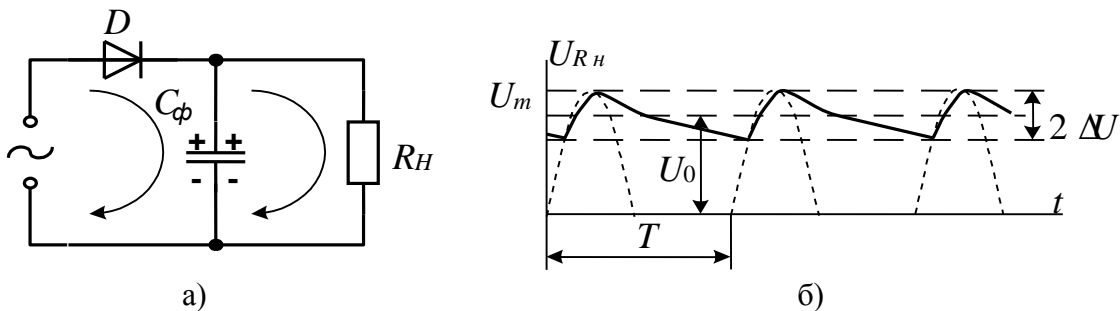


Рис. 1.26. Емкостный фильтр: а) схема, б) кривая напряжения на нагрузке

Собственно выпрямитель (диод D и сопротивление R_H) формирует пульсации напряжения с периодом T и амплитудным значением U_m (пунктир на рис. 1.26, б).

Так как сопротивление емкости переменному току значительно меньше сопротивления нагрузки $X_{C\phi} \ll R_H$, то прямой ток диода на интервале пульсации протекает через конденсатор C_ϕ , заряжая его до напряжения, близкого к U_m . При уменьшении напряжения пульсации диод закрывается. Его сопротивление становится значительно больше R_H . Поэтому емкость C_ϕ начинает разряжаться через R_H , а напряжение на ее обкладках уменьшается по экспоненциальному закону. Подбором C_ϕ можно обеспечить требуемое значение коэффициента пульсаций, а значит и качество выпрямленного напряжения. Ёмкостной сглаживающий фильтр эффективен в сочетании с высокоомной нагрузкой R_H . При низкоомной нагрузке необходимо применять комбинированные фильтры.

1.2.4. Методика расчета электронных выпрямителей

Двухполупериодная схема.

Обычно при составлении реальной схемы выпрямителя задаются значения мощности потребителя P_d (Вт), получающего питание от данного выпрямителя, и выпрямленное напряжение U_d (В), при котором работает потребитель постоянного тока

Сравнивая ток потребителя с допустимым током диода $I_{доп}$ выбирают диоды для схем выпрямителя.

Напряжение, действующее на диод в непроводящий полупериод $U_{обр}$ также зависит от схемы выпрямления

Условия выбора диодов для конкретных схем выпрямления имеют вид:

1. Для однофазной однополупериодной схемы:

$$I_{доп} \geq I_d; \quad U_{обр} > \pi \cdot U_d . \quad (1.8)$$

2. Для двухфазной двухполупериодной схемы:

$$I_{доп} \geq I_d / 2; \quad U_{обр} > \pi \cdot U_d . \quad (1.9)$$

3. Для мостовой схемы:

$$I_{доп} \geq I_d / 2; \quad U_{обр} > (\pi/2) \cdot U_d . \quad (1.10)$$

4. Для трехфазной схемы:

$$I_{доп} \geq I_d / 3; \quad U_{обр} > 2,1 \cdot U_d . \quad (1.11)$$

Пример 1. Для питания постоянным током потребителя мощностью $P_d=250$ Вт при напряжении $U_d=100$ В необходимо собрать схему двухполупериодного выпрямителя, использовав стандартные диоды Д 243Б.

Решение:

1. Выписываем параметры диода Д243 Б (приложение 1):

$$I_{доп} = 2 \text{ А}, \quad U_{обр} = 200 \text{ В}$$

2. Определяем ток потребителя:

$$I_d = P_d / U_d = 250 / 100 = 2,5 \text{ А}$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий полупериод:

$$U_B = 3,14 \cdot U_d = 3,14 \cdot 100 = 314 \text{ В}$$

4. Проверяем диод по параметрам $I_{\text{доп}}$ и $U_{\text{обр}}$. Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям $U_{\text{обр}} > U_B$ и $I_{\text{доп}} > 0,5 \cdot I_d$.

В данном случае первое условие не выполняется, так как $200 < 314$, то есть $U_{\text{обр}} < U_B$. Второе условие выполняется так как

$$0,5 \cdot I_d = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ А} \quad 1,25 \text{ А} < 2 \text{ А}$$

5. Составляем схемы выпрямителя. Чтобы выполнялось условие $U_{\text{обр}} > U_B$, необходимо два диода соединить последовательно, тогда

$$U_{\text{обр}} = 200 \cdot 2 = 400 \text{ В} > 314 \text{ В}$$

Полная схема выпрямителя представлена на рис. 1.27

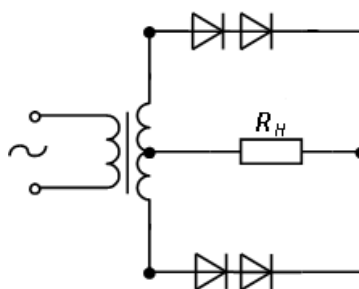


Рис. 1. 27. Схема двухполупериодного выпрямителя

Пример 2. Составить схему мостового выпрямителя, используя один из трех диодов: Д222, КД202Н, Д215Б. Мощность потребителя $P_d = 300 \text{ Вт}$, напряжение потребителя $U_d = 200 \text{ В}$.

Решение:

1. Выписываем параметры указанных диодов (приложение):

Д222: $I_{\text{доп}} = 0,4 \text{ А}$, $U_{\text{обр}} = 600 \text{ В}$

КД202Н: $I_{\text{доп}} = 1 \text{ А}$, $U_{\text{обр}} = 500 \text{ В}$

Д215: $I_{\text{доп}} = 2 \text{ А}$, $U_{\text{обр}} = 200 \text{ В}$

2. Определяем ток потребителя:

$$I_d = P_d / U_d = 300 / 200 = 1,5 \text{ А}$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий полупериод для мостовой схемы выпрямления:

$$U_B = 1,57 \cdot U_d = 1,57 \cdot 200 = 314 \text{ В}$$

4. Выбираем диод из условий $U_{\text{обр}} > U_B = 314 \text{ В}$, $I_{\text{доп}} > 0,5 \cdot I_d = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75 \text{ А}$. Этим условиям удовлетворяет диод КД202Н: КД202Н: $I_{\text{доп}} = 1 \text{ А} > 0,75 \text{ А}$, $U_{\text{обр}} = 500 \text{ В} > 314 \text{ В}$.

Диод Д222 подходит по напряжению ($600 \text{ В} > 314 \text{ В}$), но не подходит по току ($0,4 \text{ А} < 0,75 \text{ А}$).

Диод Д215Б подходит по току ($2 \text{ А} > 0,75 \text{ А}$), но не подходит по напряжению ($200 \text{ В} < 314 \text{ В}$).

5. Составляем схему мостового выпрямителя (рис. 1.28). В этой схеме каждый из диодов имеет параметры диодов КД202Н: $I_{\text{доп}} = 1 \text{ А}$, $U_{\text{обр}} = 500 \text{ В}$.

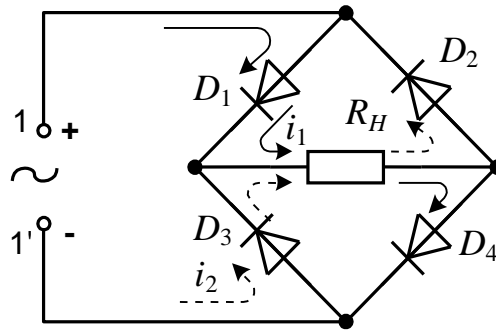


Рис. 1.28. Схема мостового выпрямителя

Пример 3. Для питания постоянным током потребителя мощностью $P_d=40$ Вт при напряжении $U_d=80$ В составить схему трехфазного выпрямителя на диодах Д207.

Решение:

1. Выписываем параметры диода Д207 (приложение 1):

$$I_{\text{доп}} = 0,1 \text{ А}, U_{\text{обр}} = 200 \text{ В}$$

2. Определяем ток потребителя: $I_d = P_d/U_d = 40/80=0,5$ А

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящую часть периода: $U_B = 2,1 \cdot U_d = 2,1 \cdot 80 = 168$ В

4. Проверяем диод по параметрам $I_{\text{доп}}$ и $U_{\text{обр}}$. Для данной схемы диод должен удовлетворять условиям $U_{\text{обр}} > U_B$ и $I_{\text{доп}} > I_d/3$.

В данном случае условие до допустимому току не выполняется, так как $0,1 < 0,5/3$;

$0,1 < 0,16$, чтобы выполнить это условие следует в каждую фазу включить два диода параллельно, тогда $2 \cdot 0,1 > 0,16$;

$U_{\text{обр}} > U_B$; $200 \text{ В} > 168 \text{ В}$, условие по обратному току выполняется. Схема трехфазного выпрямителя на диодах Д207 представлена на рис. 1.29.

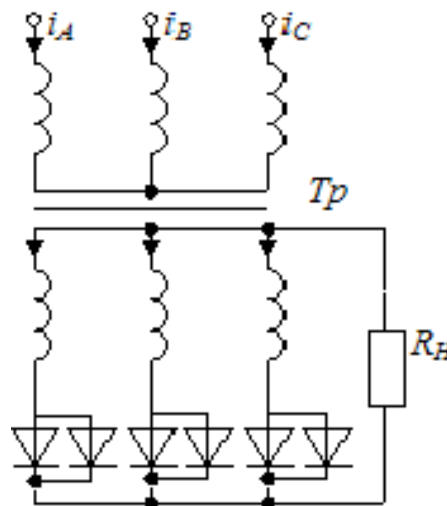


Рис. 1.29. Схема трехфазного выпрямителя

1. 3. Основы цифровой электроники

1.3.1. Дискретные электрические сигналы и их параметры

Электрический импульс – это быстрое появление и исчезновение тока или напряжения, оказывающие кратковременное действие на электрическую цепь или устройство.

Дискретными или цифровыми называют электрические сигналы, в которых ограниченное число напряжений соответствует определенным цифрам представляемой величины (рис.1.30).

В отличие от непрерывных во времени сигналов при передаче дискретных сигналов чередуются воздействие (кратковременный импульс) и его отсутствие (пауза).

Применение импульсных сигналов по сравнению с аналоговыми (непрерывными) в электронных устройствах имеет ряд преимуществ [11]:

- увеличенная пропускная способность, что является существенным для одновременной передачи нескольких сигналов по одному каналу связи;
- более высокая помехоустойчивость и надежность цифровых устройств;
- возможность снизить массу и габариты устройств за счет эффективного использования электрической мощности;
- уменьшение разброса параметров полупроводниковых приборов, а также влияния температуры;
- снижение затрат на создание импульсных устройств посредством использования интегральной технологии.

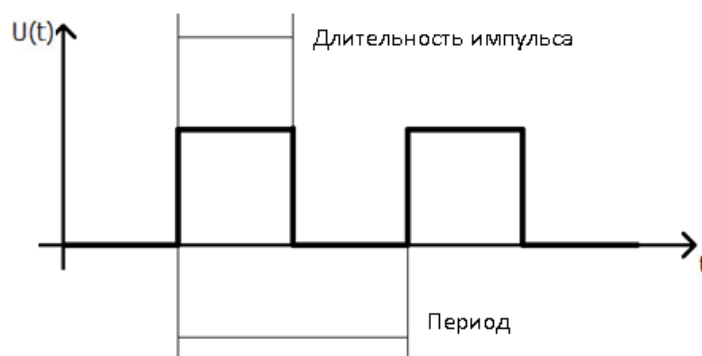


Рис. 1.30. Дискретный (импульсный) сигнал

Наиболее распространенные формы импульсных сигналов представлены на рис. 1.31 [7].

Форма отображает следующие составляющие импульса: фронт, вершину и спад.

Полярность импульсов может быть как положительной, так и отрицательной.

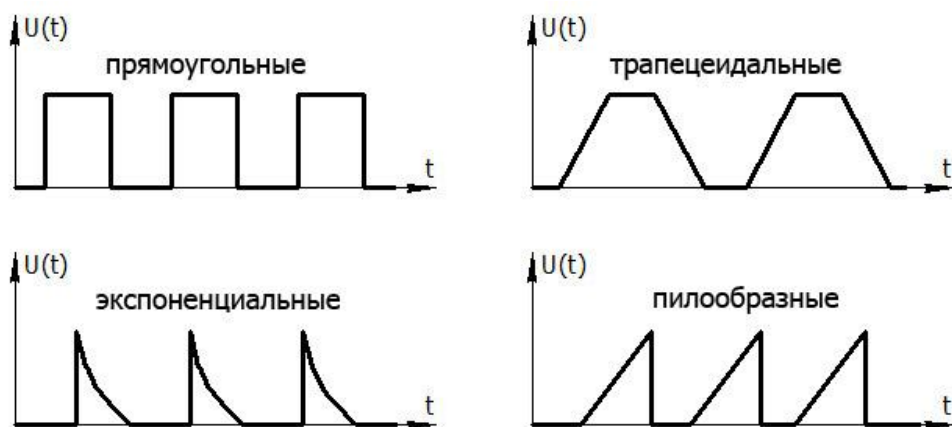


Рис. 1.31. Импульсные электрические сигналы

Параметрами импульса являются:

- амплитуда;
- длительности импульса, фронта и спада;
- длительность паузы;
- мощность в импульсе и средняя мощность;
- период и частота следования;
- скважность и коэффициент заполнения.

Амплитуда импульса A - это величина напряжения или тока от минимального до максимального значения.

Длительность импульса t_u - временной промежуток действия тока или напряжения на электрическую цепь.

Длительность фронта t_f - время нарастания амплитуды импульса от 0,1 до 0,9 максимального значения.

Длительность спада t_c - время уменьшения амплитуды импульса от 0,9 до 0,1 максимального значения.

Длительность паузы T_n - время между окончанием текущего и началом последующего импульсов.

$$T_n = T_u - t_u, \quad (1.12)$$

где T_u - период импульса.

Мощность в импульсе P_u - отношение энергии W , полученной в результате действия импульса, к его длительности.

$$P_u = W / t_u \quad (1.13)$$

Средняя мощность P_u - отношение энергии W , выделенной в электрической цепи за период следования импульса, к величине этого периода.

$$P_{cp} = W / T_u \quad (1.14)$$

Период следования T_u - временной промежуток между началом текущего импульса и началом следующего импульса одинаковой полярности.

Частота следования F_u - величина, находящаяся в обратной пропорциональности к периоду следования импульсов.

$$F_u = 1 / T_u \quad (1.15)$$

Скважность импульсов Q - отношение периода следования к длительности.

$$Q = T_u / t_u \quad (1.16)$$

Коэффициент заполнения γ - отношение периода следования к длительности.

$$\gamma = 1/Q \quad (1.17)$$

1.3.2. Устройства формирования дискретных сигналов

Формирователь импульсов – необходимый функциональный узел любого современного импульсного, цифрового и вычислительного устройства.

Создание дискретных сигналов осуществляется с использованием устройств, называемых электронными ключами [7].

Основой электронного ключа является активный элемент, например, диод, транзистор или операционный усилитель, принимающий два устойчивых состояния:

- состояние «Включено»;
- состояние «Выключено».

Простейшая (идеальная) схема и временные диаграммы работы электронного ключа представлены на рис. 1.32

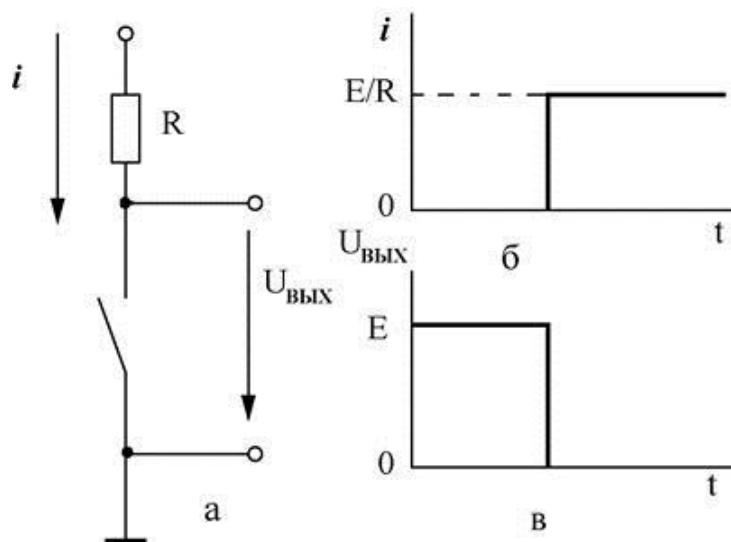


Рис. 1.32. Электронный ключ: а - схема, б - временные диаграммы тока, в - выходное напряжение

Самую простую реализацию электронного ключа можно осуществить с использованием полупроводниковых диодов, ранее рассмотренных в лекции 8. В качестве примера приведем схему и передаточную характеристику двойного диодного ключа (рис. 1.33).

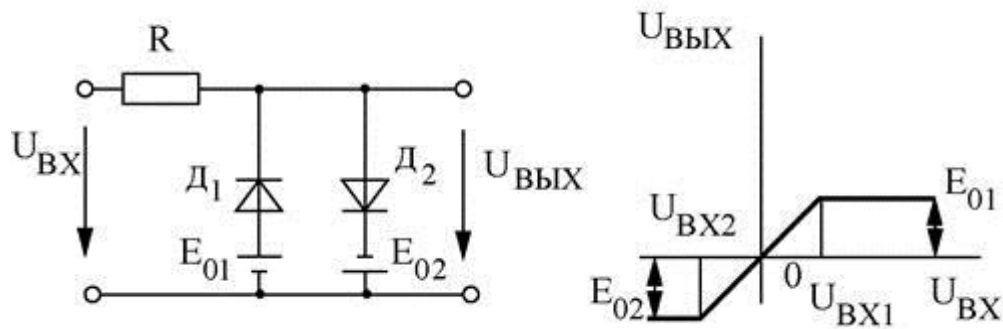


Рис. 1.33. Схема и передаточная характеристика двойного диодного ключа

Из графика переходной характеристики следует, что при $U_{BX} > U_{BX1}$ выходное напряжение принимает устойчивое положительное значение, т.е. $U_{ВЫХ} = E_{01}$, при $U_{BX} < U_{BX2}$ выходное напряжение принимает устойчивое отрицательное значение, т.е. $U_{ВЫХ} = E_{02}$.

К недостатку диодного ключа можно отнести отсутствие возможности электрической развязки между входной (управляющей) и выходной (управляемой) цепью.

Данный недостаток успешно устраняется использованием в качестве активного элемента транзистора, работающего в ключевом режиме (рис.1.34).

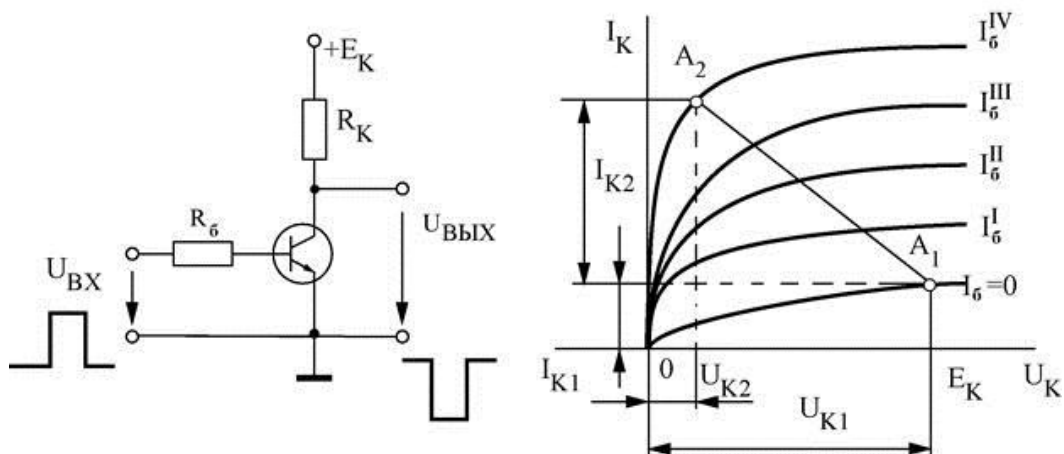


Рис. 1.34. Схема и характеристики режима работы транзисторного ключа

Устойчивый режим работы транзистора, отмеченный на рис. 1.34 точкой A_1 называется режимом отсечки. В этом режиме выходное напряжение примерно равно напряжению питания транзистора, т.е. $U_{K1} \approx E_K$.

Другое устойчивое состояние, которому на этом соответствует точка A_2 , принято называть режимом насыщения. В таком режиме напряжение на выходе коллектора приблизительно равно нулю, т.е. $U_{K2} \approx 0$.

Так как входное и выходное напряжения в данной схеме имеют противоположные полярности (положительную и отрицательную или наоборот) то электронный ключ называется инвертирующим.

В импульсных устройствах часто совместно с электронными ключами используют дополнительные схемы, позволяющие получить импульсы нужной формы. Это могут быть, например дифференцирующие и интегрирующие RC-цепи. На рис. 1.35 показаны схема дифференцирующая цепи и процесс преобразования формы импульсов. Короткие импульсы, как правило, используют для ускорения запуска цифровых устройств.

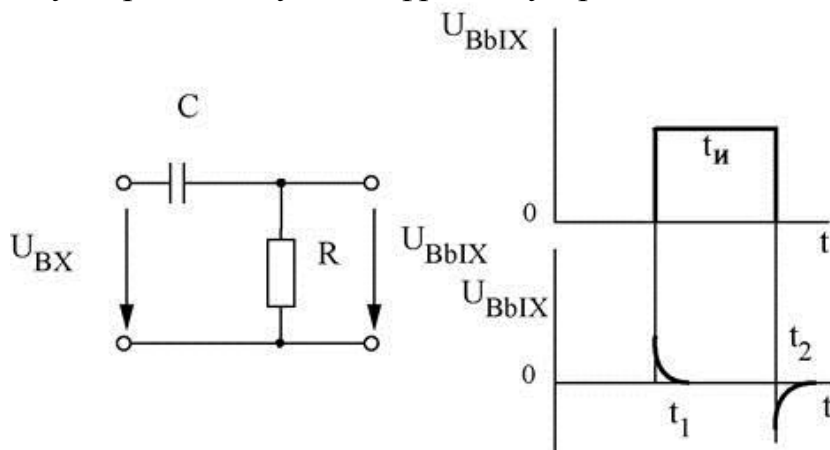


Рис. 1.35. Схема и характеристики режима работы дифференцирующей RC-цепи

Другим примером является использование электронного ключа с ограничителем по амплитуде для выделения импульсов (рис. 1.36)

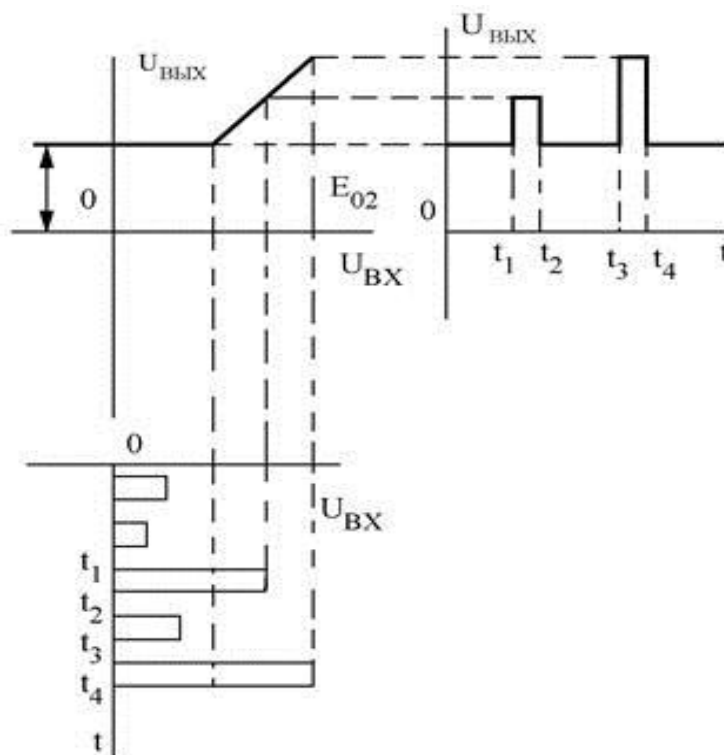


Рис. 1.36. Использование ограничителя по амплитуде для выделения импульсов

1.3.3. Логические элементы, комбинационные и последовательностные микросхемы, запоминающие устройства

Наиболее широкое применение импульсных сигналов и устройств в микропроцессорной и компьютерной технике [8].

Дадим общее представление об элементах и устройствах, используемых для создания такой техники.

Цифровые устройства содержат логические микросхемы, имеющие следующие выводы (рис. 1.37):

- вывод напряжения питания (+5 В, +12В и т.п.) и общий вывод (на схемах эти выводы, как правило, не показываются);
- выводы для подключения входных цифровых сигналов;
- выводы выходных сигналов микросхемы.

Одним из наиболее удобных способов описания преобразований, происходящих в микросхеме, является таблица истинности. Часто для пояснения работы микросхемы используют временные диаграммы. Последующие рисунки поясняют эти преобразования.

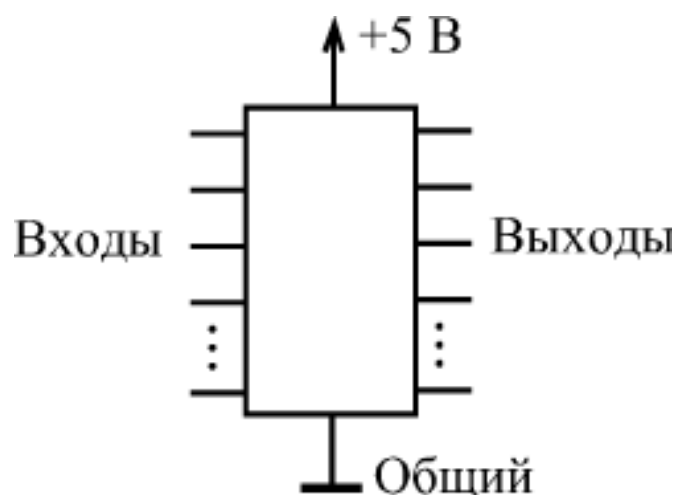


Рис. 1.37. Цифровая микросхема

В большинстве микросхем используются логические сигналы с двумя разрешенными уровнями напряжения. Низкий уровень напряжения преимущественно соответствует логическому нулю. Высокий уровень напряжения соответствует логической единице. В некоторых случаях, например при передаче импульсных сигналов на большие расстояния, применяется обратное представление логических сигналов.

Логические элементы - устройства, предназначенные для обработки информации в цифровой последовательности сигналов низкого - «0» и высокого - «1». Они реализуют выполнение простейших логических операций И, ИЛИ, НЕ, а также различных вариантов сочетания этих операций.

Далее приведем описание функций этих элементов с использованием условных обозначений и состояний (таблиц истинности).

В схеме И происходит умножение (конъюнкция) двух или более логических значений (рис. 1.38).

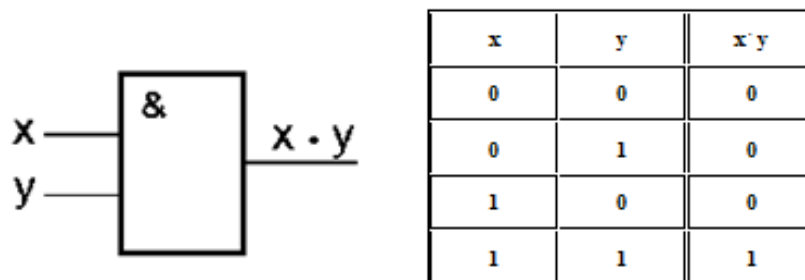


Рис. 1.38. Условное обозначение и таблица истинности схемы И

Из таблицы истинности следует, что единичное значение на выходе элемента будет в случае, когда на всех его входах будут единицы. При любых других входных комбинациях на выходе будет ноль.

В схеме ИЛИ происходит сложение (дизъюнкция) двух или более логических значений (рис.1.39).

Нулевое значение на выходе элемента будет в случае, когда на всех его входах будут нули. При любых других входных комбинациях на выходе будет единица.

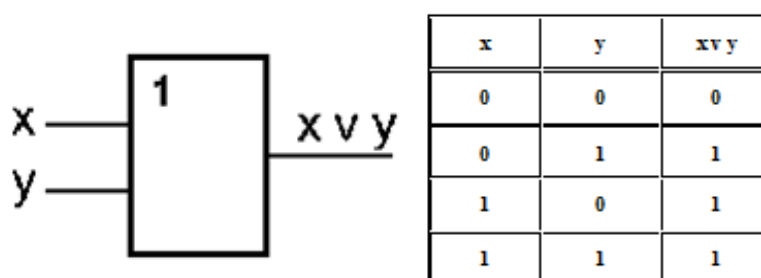


Рис. 1.39. Условное обозначение и таблица истинности схемы ИЛИ

В схеме НЕ происходит инвертирование входного сигнала, т.е. отрицание логического значения (рис. 1.40).

При подаче на вход схемы сигнала с уровнем «0», на выходе будет иметь место уровень «1». Если на входе «1», то на выходе будет «0».

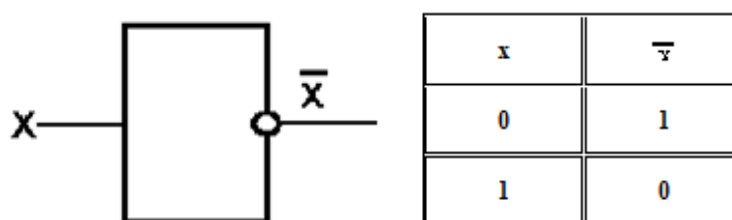


Рис. 1.40. Условное обозначение и таблица истинности схемы НЕ

Перечисленные выше ячейки по-другому называют ячейками. Комбинируя такие ячейки в различных сочетаниях можно получить устройства, реализующие различные последовательности импульсов. Для удобства работы проектировщиков в одном корпусе микросхемы размещается несколько простейших логических элементов.

Комбинационная схема (КС) - схема, комбинация сигналов, на выходе которой в любой момент времени однозначно определяется комбинацией сигналов на её входе.

Комбинационные микросхемы, как и логические элементы, не имеют внутренней памяти, т.е. изменение уровня входного сигнала неизбежно приводит к изменению уровня выходного (рис.1.41)

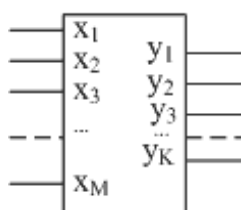


Рис. 1.41. Функциональная схема комбинационной микросхемы

Среди комбинационных микросхем можно выделить шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры, арифметические сумматоры и арифметико-логические устройства (АЛУ). Далее представим назначение и условные обозначения наиболее распространенных комбинационных устройств.

Назначением дешифраторов является преобразование двоичного или двоично-десятичного кода в другой код (рис. 1.42). Они в частности применяются совместно с мультиплексорами в составе микросхем памяти (оперативные и постоянные запоминающие устройства).

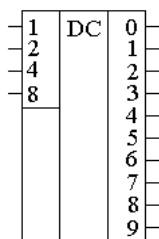


Рис. 1.42. Условно-графическое обозначение дешифратора

Мультиплексор - это разновидность коммутатора, у которого много входов и один выход (рис. 1.43). Пропуск импульсных сигналов, поступающих на входы микросхемы, осуществляется внутри ее ключом, аналогичным логическому элементу 2И. На входы X подаются информационные сигналы, а двоичный код, подаваемый на входы A , управляет пропуском того или иного входного сигнала на выход Y .

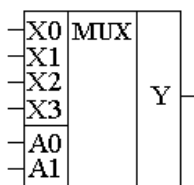


Рис. 1.43. Условно-графическое обозначение мультиплексора

Сумматор, реализующий функцию сложения импульсных сигналов и показанный на рис. 1.44, является составной частью арифметико-логического устройства, применяемого практически во всех компьютерных устройствах.

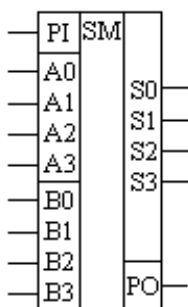


Рис. 1.44. Условно-графическое обозначение сумматора

Последовательные схемы имеют память, при этом запись информации в ячейки и изменение содержащейся в них информации осуществляется последовательностями импульсов.

В зависимости от характера хранения информации выделяют три группы запоминающих устройств, обеспечивающих:

- постоянное хранение информации;
- долговременное хранение информации с возможностью ее перезаписи;
- оперативное хранение информации.

При использовании в компьютерной технике постоянно-запоминающее устройство содержит программы запуска и останова компьютера, управления процессором, клавиатурой, монитором, другими периферийными устройствами, а также тестирующие программы и данные о местонахождении операционной системы. Эта информация сохраняется и при отключении источника питания.

Оперативное запоминающее устройство служит для временного хранения команд или данных, которые использует процессор при выполнении программных действий.

Различают статические и динамические ОЗУ. В динамических ОЗУ в отличие от статических осуществлен мультиплексированный прием адресов ячеек памяти. Этим достигается уменьшение почти в два раза числа выводов микросхемы, что обеспечивает в результате использование уменьшенного корпуса микросхемы. Кроме того, динамических устройств памяти ниже потребление электроэнергии и рассеиваемая мощность и выше плотность размещения элементов памяти на кристалле микросхемы. Рассмотренные логические элементы и микросхемы позволяют выделить как общие принципы

их создания и работы, так и различные функциональные возможности при использовании различных устройствах электронной техники.

Вопросы для самоконтроля.

1. В чем различие полупроводников n -типа и p -типа?
2. Устройство и принцип действия полупроводникового диода.
3. Объясните вид вольт-амперной характеристики полупроводникового диода.
4. Какие области выделяют в биполярном транзисторе?
5. Каков принцип действия биполярного транзистора?
6. Какие существуют схемы включения транзисторов?
7. Какие функции выполняют в выпрямителях силовой трансформатор, блок диодов и сглаживающий фильтр?
8. Какие преимущества обеспечивает выпрямитель мостового типа над однополупериодным выпрямителем?
9. Поясните работу типовых логического элемента И-НЕ.
10. Поясните работу типовых логического элемента ИЛИ-НЕ.

Задачи для самостоятельного решения

Задача №1. Источник напряжения с $U_{ист} = 12$ В нагружен на сопротивление $R_n = 100$ Ом. Вычислить ток через нагрузку I_n и напряжение на нагрузке U_n , если сопротивление источника: а) $R_{ист} = 0,2$ Ом; б) $R_n = 200$ Ом.

Задача №2. В однополупериодном выпрямителе среднее значение напряжения $U_n = 180$ В, сопротивление нагрузки $R_n = 100$ Ом. Найти среднее значение тока нагрузки.

Задача №3. Напряжение холостого хода аккумуляторной батареи равно 12 В. При соединении с нагрузкой потребляющей 10 А, напряжение батареи уменьшается до 11,7 В. Определить внутреннее сопротивление батареи.

Задача №4. В однополупериодном выпрямителе (рис. 1) с идеальным трансформатором и вентилем максимальное обратное напряжение на вентиле $U_{обр. max} = 565$ В. Найти коэффициент трансформации трансформатора, если действующее первичное напряжение $U_1 = 220$ В.

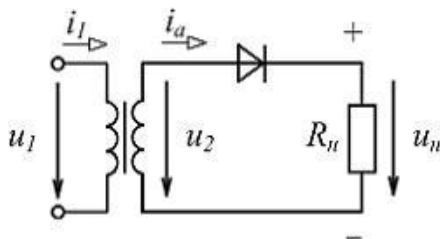


Рис. 1. Схема однополупериодного выпрямителя

Задача №5. В мостовом однофазном выпрямителе (рис. 2) вентили и трансформатор – идеальные.

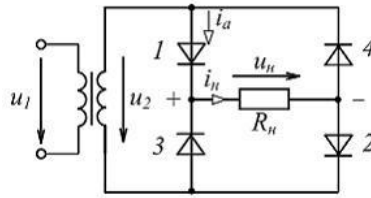


Рис. 2. Схема мостового выпрямителя

Найти среднее значение тока в сопротивлении нагрузки I_n . При средних значениях токов в вентилях $I_{a\text{ ср}} = 2 \text{ А}$.

Задача №6. В однофазном выпрямителе с выводом нулевой точки (рис. 3) при среднем значении напряжения $U_n = 200 \text{ В}$, сопротивлении нагрузки $R_n = 100 \text{ Ом}$. Определить среднее значение тока через вентиль I_a .

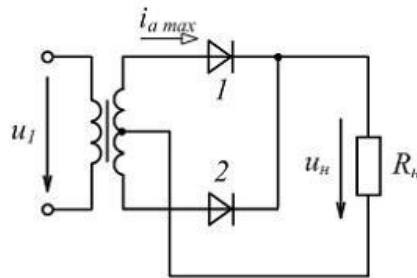


Рис. 3. Схема однофазного выпрямителя с выводом нулевой точки

Задача №7. Если на входе усилителя действует ЭДС $E_{\text{вх}} = 0,1 \text{ В}$, входной ток $I_{\text{вх}} = 1 \text{ мА}$, внутреннее сопротивление источника ЭДС $R_{\text{вн}} = 0,1 \text{ Ом}$. Определить входное сопротивление $R_{\text{вх}}$ усилителя.

Задача №8. Для питания постоянным током потребителя мощностью $P_d = 180 \text{ Вт}$ при напряжении $U_d = 15 \text{ В}$ необходимо составить схему двухполупериодного выпрямителя, используя стандартные диоды типа Д224.

Задача №9. Составить схему однофазного мостового выпрямителя, используя стандартные диоды Д214. Мощность потребителя $P_d = 1200 \text{ Вт}$, напряжение потребителя $U_d = 150 \text{ В}$.

Задача №10. Для питания постоянным током потребителя мощностью $P_d = 3000 \text{ Вт}$ при напряжении $U_d = 100 \text{ В}$ составить схему трехфазного выпрямителя. Типы диодов выбрать самостоятельно.

Раздел 2. Пожарная сигнализация

2.1. Технические средства пожарной сигнализации. Пожарные извещатели.

Средства пожарной автоматики предназначены для автоматического обнаружения пожара, оповещения о нем людей и управления их эвакуацией, автоматического пожаротушения и включения исполнительных устройств систем противодымной защиты, управления инженерным и технологическим оборудованием зданий и объектов. Технические средства пожарной сигнализации подразделяются на:

- 1) извещатели пожарные;
- 2) приборы приемно-контрольные пожарные и приборы управления пожарные;
- 3) технические средства оповещения;
- 4) другие приборы и оборудование для построения систем пожарной автоматики.

Пожарные извещатели.

Пожарные извещатели являются одним из элементов установки пожарной сигнализации, и подразделяются на ручные и автоматические. Ручные пожарные извещатели предназначены для передачи информации о пожаре с помощью человека по шлейфу сигнализации на приемно-контрольный прибор.

Автоматические пожарные извещатели предназначены для обнаружения одного или нескольких признаков пожара, обработки информации, необходимой для дальнейшей трансляции. Они преобразуют изменение контролируемого признака пожара, как правило, в электрический сигнал, осуществляют первичную обработку этого сигнала и передают его по шлейфу сигнализации на приемно-контрольный прибор.

Пожарные извещатели классифицируются согласно ГОСТ 53325-2012 [3]:

1. По виду контролируемого признака пожара автоматические ПИ подразделяют на следующие типы:

- а) тепловые;
- б) дымовые;
- в) пламени;
- г) газовые;
- д) комбинированные.

2. По характеру реакции на контролируемый признак пожара автоматические ПИ подразделяют на:

- а) максимальные;
- б) дифференциальные;
- в) максимально-дифференциальные.

3. По принципу действия дымовые ПИ подразделяют на:

- а) ионизационные;
- б) оптические.

4. По принципу действия дымовые ионизационные ПИ подразделяют на:

- а) радиоизотопные;
- б) электроиндукционные.

5. По конфигурации измерительной зоны дымовые оптические ПИ подразделяют на:

- а) точечные;
- б) линейные.

6. По конфигурации измерительной зоны тепловые ПИ подразделяют на:

- а) точечные;
- б) многоточечные;
- в) линейные.

Кроме классификации по ряду признаков, пожарные извещатели так, же имеют различные параметры, указанные в их технических характеристиках.

Основные параметры пожарных извещателей:

Площадь защиты - площадь, контролируемая одним пожарным извещателем.

Порог срабатывания - минимальная величина контролируемого параметра (скорость его изменения) при которой срабатывает извещатель.

Инерционность (время срабатывания) - время от начала воздействия контролируемого параметра на извещатель до момента его срабатывания.

Помехозащищенность - это свойство извещателя противостоять воздействию параметра окружающей среды по своей физической природе аналогичному контролируемому параметру. Например, извещателей пламени - световой поток от посторонних источников света.

Надежность - свойство пожарных извещателей сохранять работоспособное состояние, назначенное время в определенных условиях эксплуатации. Это свойство оценивается набором определенных показателей.

Конструктивное исполнение - обыкновенное, водозащищенное, пылеводозащищенное и взрывобезопасное - для различных условий эксплуатации (температуры окружающей среды, относительной влажности, наличия вибрации, агрессивных и взрывоопасных сред и т.д.).

Одна из основных задач, которая решается при проектировании систем пожарной сигнализации, это правильный выбор типа извещателя, его размещение на охраняемом объекте п. 13.1-13.13 [6].

Для обеспечения надежной работы систем пожарной сигнализации тип пожарного извещателя должен обеспечивать своевременность обнаружения пожара и не давать ложных срабатываний при длительной эксплуатации. Время срабатывания извещателя нужно назначать с учетом допустимого времени тушения пожара всей системой пожарной защиты. Для этого следует знать основные технические данные и место расположения подразделения пожарной охраны, особенности развития пожара на объекте, особенности размещения извещателя.

Время обнаружения пожара зависит от эффективности пожарного извещателя, а время передачи сообщения - от выбранной системы передачи извещений. Для оценки времени обнаружения пожара расчетом или экспериментально определяют развитие во времени основных параметров пожара - концентрации дыма, температуры, излучения и др. в различных

точках помещения (под потолком). Используя основные технические характеристики извещателей, определяют время срабатывания различных типов извещателей. Если время срабатывания будет больше необходимого времени обнаружения, значит извещатель данного типа не подходит для защиты объекта.

Для обеспечения надежности работы средств сигнализации следует сопоставить условия эксплуатации выбранного извещателя на данном объекте с его конструктивным исполнением. Если хотя бы один из параметров извещателя не соответствует условиям эксплуатации (температуре окружающей среды, влажности, вибрации, наличию взрывоопасных концентраций и т.п.), извещатель не может быть применен на данном объекте, он не обеспечивает надежной работы системы сигнализации.

После выбора извещателя по времени срабатывания и условиям эксплуатации следует перейти к рассмотрению его размещения на объекте, т.е. определению защищаемой им площади. Нужно учесть высоту помещения, наличие специфических и общих помех. Защищаемая площадь не должна превышать указанную в паспорте, однако для обеспечения помехоустойчивости и увеличения быстродействия извещателя эта площадь (с учетом особенностей конкретного объекта) может быть снижена. Следовательно, при выборе типа извещателя следует учитывать: своевременность обнаружения им пожара; надежность работы, которая зависит от условий окружающей среды; помехоустойчивость.

Тепловые пожарные извещатели следует применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается тепловыделение и применение извещателей других типов невозможно из-за наличия факторов, приводящих к их срабатываниям при отсутствии пожар. Дифференциальные и максимально-дифференциальные тепловые пожарные извещатели следует применять для обнаружения очага пожара, если в зоне контроля не предполагается перепадов температуры, не связанных с возникновением пожара, способных вызвать срабатывание пожарных извещателей этих типов.

Максимальные тепловые пожарные извещатели не рекомендуется применять в помещениях, где температура воздуха при пожаре может не достигнуть температуры срабатывания извещателей или достигнет ее через недопустимо большое время. При выборе тепловых пожарных извещателей следует учитывать, что температура срабатывания максимальных и максимально-дифференциальных извещателей должна быть не менее чем на 20 °С выше максимально допустимой температуры воздуха в помещении.

Выбор типа точечного **дымового пожарного извещателя** рекомендуется производить в соответствии с его чувствительностью к различным типам дымов.

Пожарные извещатели пламени следует применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается появление открытого пламени или перегретых поверхностей (как правило, свыше 600 °С), а также при наличии пламенного горения, когда высота

помещения превышает значения, предельные для применения извещателей дыма или тепла, а также при высоком темпе развития пожара, когда время обнаружения пожара извещателями иного типа не позволяет выполнить задачи защиты людей и материальных ценностей. Спектральная чувствительность извещателя пламени должна соответствовать спектру излучения пламени горючих материалов, находящихся в зоне контроля извещателя.

Газовые пожарные извещатели рекомендуется применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается выделение определенного вида газов в концентрациях, которые могут вызвать срабатывание извещателей. Газовые пожарные извещатели не следует применять в помещениях, в которых в отсутствие пожара могут появляться газы в концентрациях, вызывающих срабатывание извещателей. В том случае, когда в зоне контроля преобладающий фактор пожара не определен, рекомендуется применять комбинацию пожарных извещателей, реагирующих на различные факторы пожара, или комбинированные пожарные извещатели.

Преобладающим фактором пожара считается фактор, обнаружение которого происходит на начальной стадии пожара за минимальное время. Суммарное значение времени обнаружения пожара пожарными извещателями и расчетного времени эвакуации людей не должно превышать времени наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара.

Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемых помещений и вида пожарной нагрузки рекомендуется производить в соответствии с приложением М СП 5.13130-09. Пожарные извещатели следует применять в соответствии с требованиями данного свода правил, иных нормативных документов по пожарной безопасности, а также технической документации на извещатели конкретных типов. Тип и параметры извещателей должны обеспечивать их устойчивость к воздействиям климатических, механических, электромагнитных, оптических, радиационных и иных факторов внешней среды в местах размещения извещателей.

Рекомендуемый тип пожарного извещателя может приниматься в соответствии с приложением М [6].

2.1.1 Ручные пожарные извещатели

Установка и размещение ручных пожарных извещателей производится в соответствии с п.13.15 [6]. Ручные пожарные извещатели размещаются, как правило, на стенах и строительных конструкциях на высоте 1,5 м от уровня земли или пола.



Рис. 2.1. Ручной пожарный извещатель (ИПР)

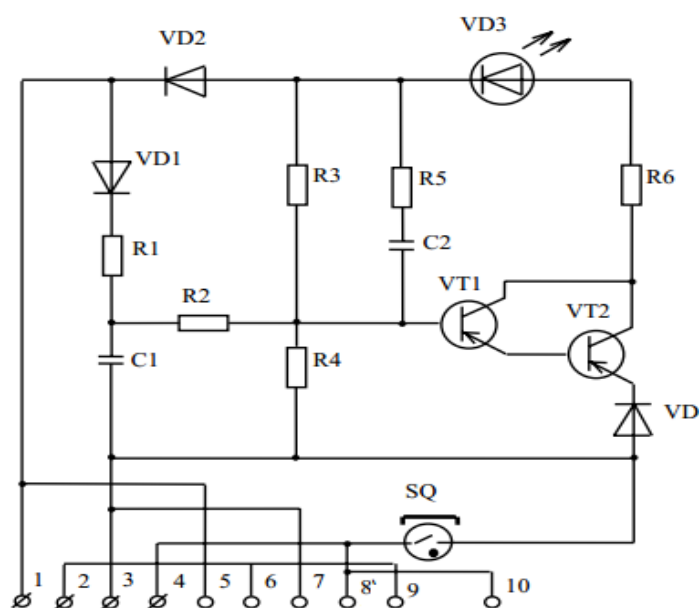


Рис. 2.2. Схема электрическая ИПР

Места установки ручных пожарных извещателей расположены вдоль эвакуационных путей, в коридорах, холлах, у выходов из цехов, складов, а также на лестничных площадках каждого этажа, у выходов из здания. Они устанавливаются в местах, удалённых от устройств, воздействие которых может вызвать самопроизвольное срабатывание ручного пожарного извещателя. Расстояние между ручными пожарными извещателями при установке их внутри зданий не более 50 м друг от друга и не более 150 м друг от друга вне зданий, так же должен обеспечиваться, свободный доступ к извещателю.

2.1.2 Автоматические пожарные извещатели

Автоматические пожарные извещатели, как, говорилось ранее по способу обнаружения пожара или контролируемому параметру бывают тепловые, дымовые, пламени, газовые и комбинированные. Основным элементом извещателей является их чувствительный элемент, который и обнаруживает пожар по одному из этих указанных выше признаков пожара.

Условное обозначение ПИ должно состоят из следующих элементов:

ИП X1 X2 X3-X4-X5.

$$\text{ИП} \frac{X1X2X3}{X1X2X3} - X4 - \frac{X5}{X5}$$
 для комбинированных ПИ

1. Аббревиатура ИП определяет наименование «извещатель пожарный».

2. Элемент X1 - обозначает контролируемый признак пожара; вместо X1 приводят одно из следующих цифровых обозначений:

1 - тепловой;

2 - дымовой;

3 - пламени;

4 - газовый;

5 - ручной;

6...8 - резерв;

9 - при контроле других признаков пожара.

3. Элемент X2X3 обозначает принцип действия ПИ; вместо X2X3 приводят одно из следующих цифровых обозначений:

01 - с использованием зависимости электрического сопротивления элементов от температуры;

02 - с использованием термо-ЭДС;

03 - с использованием линейного расширения;

04 - с использованием плавких или сгораемых вставок;

05 - с использованием зависимости магнитной индукции от температуры;

06 - с использованием эффекта Холла;

07 - с использованием объемного расширения (жидкости, газа);

08 - с использованием сегнетоэлектриков;

09 - с использованием зависимости модуля упругости от температуры;

10 - с использованием резонансно-акустических методов контроля температуры;

11 - радиоизотопный;

12 - оптический;

13 - электроиндукционный;

14 - с использованием эффекта «памяти формы»;

15...28 - резерв;

29 - ультрафиолетовый;

30 - инфракрасный;

31 - термобарометрический;

32 - с использованием материалов, изменяющих оптическую проводимость в зависимости от температуры;

33 - аэроионный;

34 - термошумовой;

35 - при использовании других принципов действия ПИ;

Установка и размещение автоматических пожарных извещателей производится в соответствии с п.13.1-13.13 [6].

Чтобы определить необходимое количество точечных тепловых или дымовых пожарных извещателей для защиты помещения, необходимо знать; площадь, контролируемую одним извещателем, высоту его установки, тип перекрытия, а так же другие особенности защищаемого помещения.

Площадь, контролируемая одним точечным пожарным извещателем, а также максимальное расстояние между ними, извещателем и стеной, определяется по таблице 13.3 (для дымовых) и по таблице 13.5 (для тепловых точечных и линейных) [6], но, не превышая величин, указанных в технических условиях и паспортах на извещатели.

Расстояние между двумя и более линейными дымовыми пожарными извещателями их параллельными оптическими осями, оптической осью и стеной в зависимости от высоты установки блоков пожарных извещателей определяется по таблице 13.4 [6].

2.1.2.1 Извещатели пожарные тепловые

Одними из первых пожарных извещателей, которые появились еще в 19 веке, были тепловые. Принцип их работы был в использовании плавких материалов, которые разрушались под воздействием высокой температуры. При этом они были одноразовыми. Конструктивно тепловые пожарные извещатели несложны. Чувствительный элемент сконструирован в основном так, что он одновременно является и переключателем электрического тока в цепи сигнализации (легкоплавкие, магнитные, биметаллические, мембранные и др.) с помощью контактных устройств. Тепловые пожарные извещатели подразделяются на точечные и линейные.

По принципу работы чувствительного элемента для изменения температуры могут применяться различные способы, такие как: с использованием зависимости электрического сопротивления элементов от температуры; с использованием термо-ЭДС; с использованием линейного расширения; с использованием плавких или сгораемых вставок; с использованием зависимости магнитной индукции от температуры; с использованием эффекта Холла; с использованием объемного расширения (жидкости, газа); с использованием сегнетоэлектриков; с использованием зависимости модуля упругости от температуры; с использованием резонансно-акустических методов контроля температуры.

В последнее время широкое распространение получают синтетические нити в качестве линейных тепловых пожарных извещателей. Как правило, они

используются в качестве дублирующего привода в быстродействующих автоматических установках пожаротушения. Применяют нити хлориновые, фторлоновые, полипропиленовые, капроновые. Зависимость времени расплавления нитей от температуры показывает, что по инерционности они вполне удовлетворяют требованиям, предъявляемым к инерционности тепловых извещателей, хотя у них значительно более высокий порог срабатывания (температура плавления). Широко используется в качестве чувствительных элементов извещателей свойство тел при нагревании расширяться. В практике применяют биметаллические пластинки. Прогиб биметаллической пластины при воздействии температуры равен коэффициенту линейного расширения металлов. При нагревании биметаллическая пластина изгибается и разрывает (или замыкает) контакт электрической сигнализации. Конфигурация пластины может быть различной: прямоугольной, спиралевидной, сложной формы (например, в виде мембраны).

Термоэлектрические извещатели имеют в качестве чувствительных элементов батарею термопар. Принцип действия этих чувствительных элементов заключается в том, что в замкнутом контуре, состоящем из проводников, выполненных из разнородных металлов, возникает термоэлектродвижущая сила, так как места соединения имеют различную температуру. Поэтому в извещателях с термопарами необходим перепад температур в точках спаев. Термоэлектродвижущая сила одной пары термопар составляет величину порядка милливольт, поэтому термопары объединяют в батарею (тем самым увеличивая дальность передачи электрического сигнала). Для создания перепада температур в термобатареях имеются малоинерционные и инерционные спаи. Для обеспечения малой инерционности в спай встраивают тонкую металлическую пластинку, поэтому площадь восприятия теплового потока становится значительно больше, чем у инерционного спаи. Нагрев малоинерционных спаев происходит значительно быстрее, чем инерционных. Это обеспечивает разность температур и возникновение термоэлектродвижущей силы.

Принцип действия полупроводниковых извещателей основан на изменении электрических параметров полупроводника при его нагревании. Изменение параметров происходит в результате роста количества свободных носителей зарядов, возникающего под действием тепловой энергии.

Полупроводники в пожарных извещателях должны обладать резко выраженным релейным эффектом тогда уменьшается вероятность ложных срабатываний. Изменение электрических параметров чувствительных полупроводниковых элементов преобразуется электронной схемой в сигнал тревоги. Использование полупроводников в пожарных извещателях основывается на их малой инерционности. Недосток таких извещателей велик разброс электрических параметров, которые изменяются при изменении условий окружающей среды. Поэтому при подключении нескольких извещателей в один шлейф сигнализации требуется соблюдение специальных мер по предотвращению ложных срабатываний, что приводит к усложнению электронных схем либо к ограничению количества извещателей в одном шлейфе.

В настоящее время широкое применение получили тепловые извещатели, в качестве чувствительного элемента в которых используется термочувствительный элемент с эффектом памяти формы. При повышении температуры форма сплава в термочувствительном элементе изменяется и размыкает нормально замкнутый контакт.

Применяются в тепловых извещателях чувствительные элементы, использующие зависимость магнитных свойств материала от температуры. Ферромагнитные материалы теряют свои свойства при температуре выше точки Кюри.

Тепловые извещатели контролируют температуру среды охраняемого объекта. Извещатель максимального действия срабатывает тогда, когда температура превышает определенную пороговую величину. Следовательно, характерной величиной пожара для тепловых извещателей максимального действия является температура, а в качестве чувствительного элемента теплового извещателя следует использовать термочувствительную пластину с небольшой тепловой инерцией.

Важное значение имеет параметр, называемый порогом срабатывания. Под порогом срабатывания теплового извещателя максимального действия понимают такую минимальную величину температуры окружающей среды, которая приведет к срабатыванию извещателя (появлению сигнала тревоги) после определенного времени.

Принцип действия извещателей дифференциального действия основан обычно на существовании в системе двух идентичных чувствительных элементов, один из которых имеет непосредственный контакт с окружающим воздухом, другой находится в тепловом экране. Пороговая система генерирует сигнал тревоги в случае, когда величина разницы сигналов обоих чувствительных элементов превысит определенную пороговую величину.

Раньше большинство тепловых извещателей были пороговыми. Они фиксировали лишь момент достижения пороговой температуры. Сейчас они уже уходят в прошлое и их сменяют интегральные извещатели. Они фиксируют скорость изменения температуры.

Тепловые пожарные извещатели необходимо применять, когда самым вероятным признаком пожара будет являться именно быстро нарастающая температура.

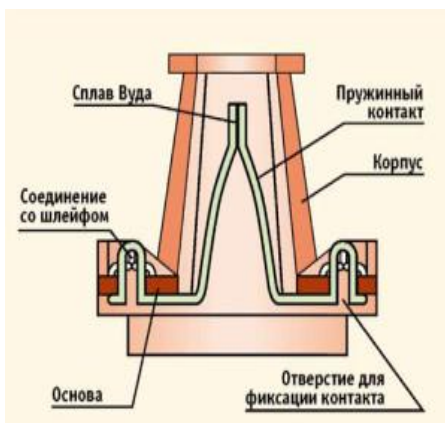


Рис. 2.3. Устройство теплового пожарного извещателя

В тепловых пожарных извещателях установлены тепло-чувствительные элементы, которые срабатывают, когда температура достигнет определенного уровня или скорости ее нарастания. Для большинства тепловых пожарных извещателей порог срабатывания составляет 70-72 С. Общее в них одно, пожарные извещатели срабатывают, если в помещении резко повышается температура (Рис.2.3).

Извещатели с плавким и легкоплавким чувствительным элементом обладают достоинствами, главные из которых простота конструкции и достаточно высокая надежность. Но есть и недостатки: невысокое быстродействие, подверженность старению при длительной эксплуатации.

Тепловые извещатели, чувствительный элемент которых состоит из стержня, помещенного в трубку и соединенного с контактной группой системы сигнализации. (Рис.2.4.) Стержень и трубка сделаны из металлов с разными температурными коэффициентами расширения. При нагревании происходит различное удлинение стержня, трубки контакты сигнализации размыкаются. Сигнал подается в цепь сигнализации.

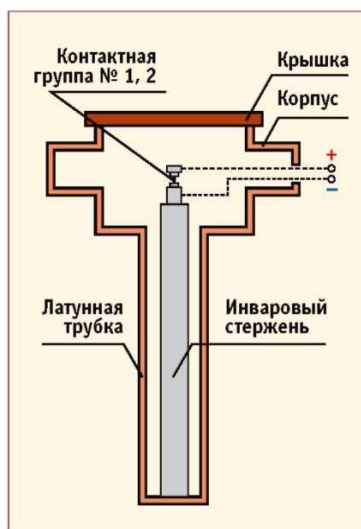


Рис. 2.4. Чувствительный элемент теплового пожарного извещателя

Разработан линейный полупроводниковый тепловой извещатель (Рис 2.5.). Термочувствительный кабель представляет собой гибкий коаксиальный провод из нержавеющей стали с наружным диаметром $d = 1,5-2$ мм, длиной до 30 м. Внутри оболочки проложен стальной проводник. Между оболочкой и проводником проложен полупроводниковый состав с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. При нагревании кабеля в любом месте изменяется его сопротивление и по этому изменению можно судить о состоянии объекта.



Рис.2.5. Линейный тепловой пожарный извещатель

2.1.2.2. Извещатели пожарные дымовые

В начальной стадии развития пожара некоторое время имеет место процесс медленного горения с выделением большого количества дыма. При горении некоторых веществ этот процесс длится несколько часов, заполняя помещение дымом задолго до заметного повышения температуры, до возникновения пламени.

Дым-это совокупность твердых частиц, взвешенных в воздухе или другой газообразной среде. Частицы дыма в течение некоторого времени после генерации очень малы (0,1-1,0 мкм). При движении они сталкиваются друг с другом и слипаются. При этом средний размер их увеличивается. Видимый дым-это частицы размером от 0,4 мкм и больше. Дальнейший рост частиц при слабых тепловых потоках от малых очагов пожара обычно прекращается. Концентрация дыма может быть выражена по массе (в мг/л или мг/м³) или оптической плотностью. Эти величины взаимозависимы. Дымовые извещатели построены, исходя из двух принципов обнаружения дыма: оптико-электронного и радиоизотопного.

Дымовые пожарные извещатели устанавливаются, как правило, на потолке, на высоте до 12 метров. Допускается так же установка на стенах, балках и колоннах на расстоянии (в среднем) 10-30 см от потолка и не менее 10 см от угла стен. При этом увеличивается время обнаружения очага пожара.

Принцип работы зависит от типа работы чувствительного элемента пожарного извещателя: радиоизотопные или оптико-электронные. Первый тип извещатель пожарный дымовой (ИПД) на данный момент используется в ограниченных помещениях, второй применяется практически везде, где требуется применение дымовых пожарных извещателей.

Оптико-электронные извещатели разработаны на основе использования отношения размеров частиц, из которых состоит дым, к длине волны света, падающего на эти частицы. Контролируя изменение оптических свойств среды, дым можно обнаружить двумя способами: по ослаблению первичного светового потока (за счет уменьшения прозрачности окружающей среды) и по

интенсивности отраженного (рассеянного) светового потока частицами, из которых состоит дым (рис 2.6).

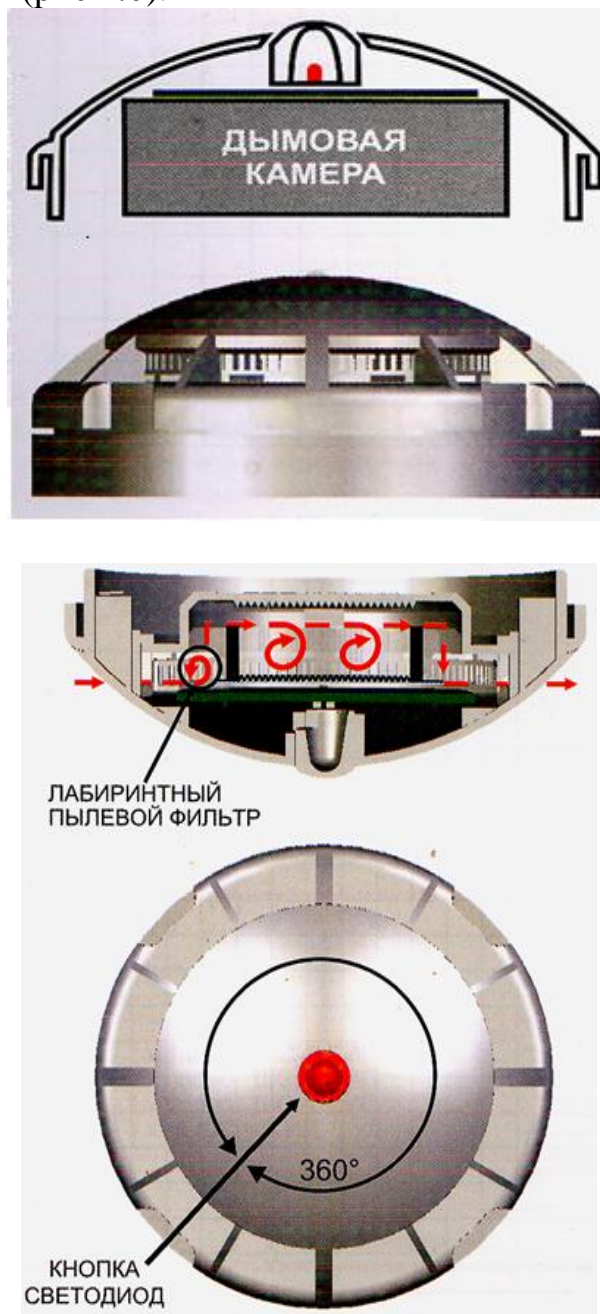


Рис. 2.6. Общий вид дымового пожарного извещателя

Опико-электронный извещатель, основанный на обнаружении изменения интенсивности отраженного (рассеянного) светового потока частицами дыма. В дымовой камере размещаются источник света (светодиод) и приемник (фотодиод) под таким углом, чтобы индикатрисса рассеяния падающего светового потока попадала на чувствительную площадь приемника (рис. 2.7). При этом камера конструируется так, чтобы посторонние источники света оказывали наименьшее влияние на работоспособность извещателя. Источник света модулируется с помощью модулятора колебаний и посылает

световой поток в дымовую камеру. При отсутствии в ней дыма свет не попадает на приемник. Извещатель находится в дежурном режиме. Если в дымовую камеру поступает дым, модулированный поток света отражается от частиц дыма и попадает на приемник, который превращает этот поток в электрический сигнал. Затем электрический сигнал через избирательный усилитель проходит на схему сравнения, где сравнивается с электрическим сигналом от модулятора. При совпадении сигналов от приемника и модулятора по частоте (что говорит об истинности поступившего сигнала) срабатывает схема сигнализации, и в цепь приемно-контрольного прибора подается сигнал тревоги. Если частоты сигналов от приемника и модулятора не совпадают, то может быть лишь в случае воздействия на приемник постороннего источника света), сигнал тревоги не формируется. Так обеспечивается высокая помехозащищенность и существенно снижается вероятность ложного срабатывания извещателя. Однако при большой волновой (от постороннего источника света) освещенности происходит насыщение фотодиода и снижается чувствительность извещателя. Поэтому в паспортных данных на эти типы извещателей устанавливается предельно допустимая освещенность (для нормальной работы извещателя).

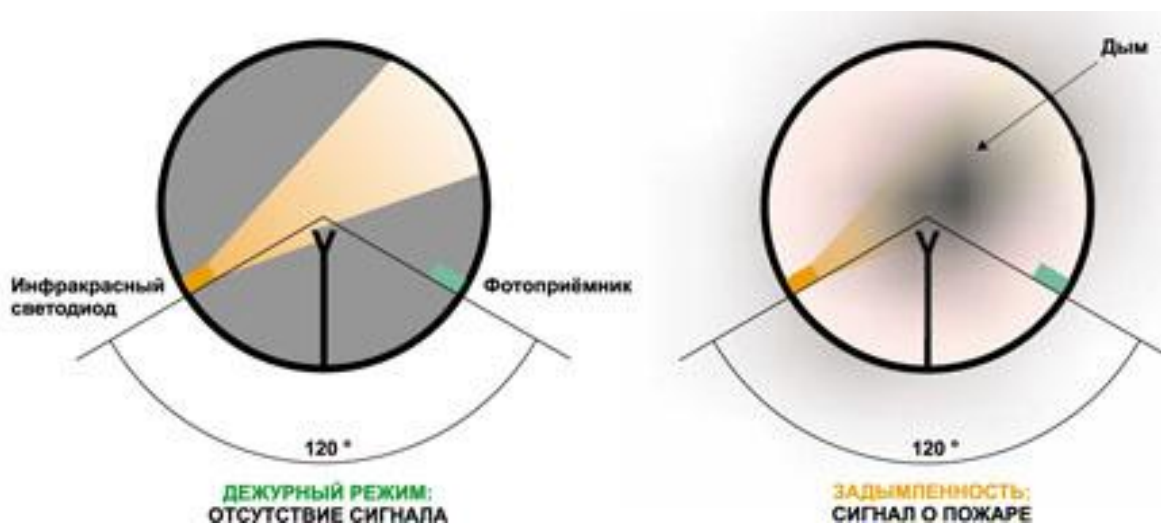


Рис. 2.7. Принцип работы оптоэлектронного дымового пожарного извещателя

Точечные дымовые извещатели обладают высокой чувствительностью и малой инерционностью, поэтому их используют на объектах с большой стоимостью оборудования и материалов.

Принцип работы радиоизотопных дымовых пожарных извещателей основаны на изменении электрических параметров радиоизотопной камеры. Эта камера является чувствительным элементом дымового извещателя и определяет его основные характеристики.

Наибольшее распространение получили двухкамерные радиоизотопные извещатели, состоящие из открытой и закрытой камер (Рис.2.8). В открытую камеру свободно поступают продукты горения, закрытая камера предназначена для компенсации влияния окружающей среды (температуры, давления). При отсутствии дыма изменение параметров окружающей среды происходит

медленно, и компенсационная камера изменяет свои параметры аналогично измерительной камере. При попадании же в измерительную камеру дыма на управляющем электроде происходит изменение напряжения в результате скачкообразного изменения ионизационного тока. Электронная измерительная схема преобразует это изменение напряжения в сигнал тревоги.

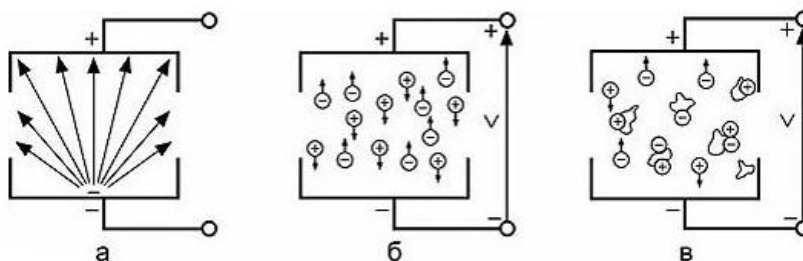
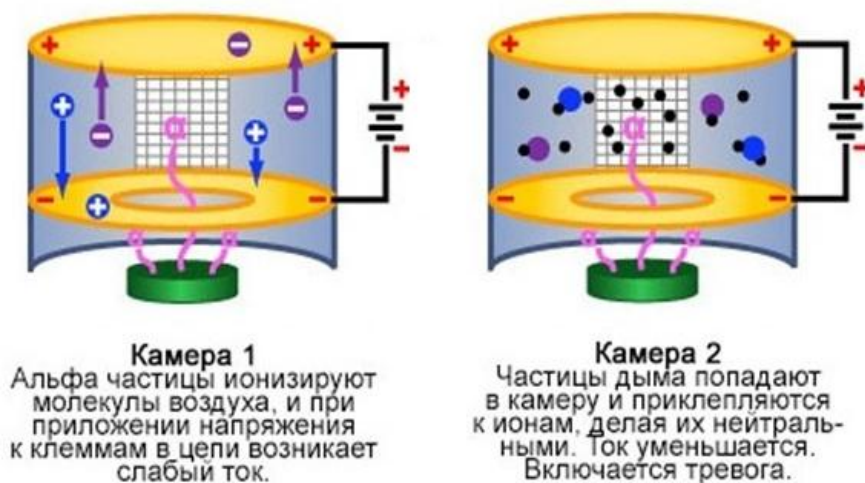


Рис. 2.8. Принцип работы радиоизотопных дымовых пожарных извещателей.

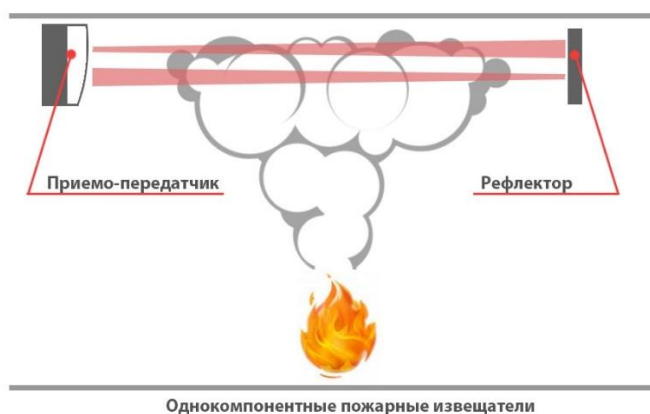


Рис.2.9. Линейный дымовой пожарный извещатель

Аспирационный дымовой пожарный извещатель состоит из системы труб с отверстиями диаметром 2 – 3 мм, через которые воздух из контролируемой зоны поступает в центральный блок, где установлены дымовые пожарные извещатели и турбина для обеспечения потока воздуха. Аспирационные системы идеальны

для архивов, музеев, складов, серверных, коммутаторных помещений электронных узлов связи, и других помещений с дорогостоящим оборудованием (Рис.2.10).

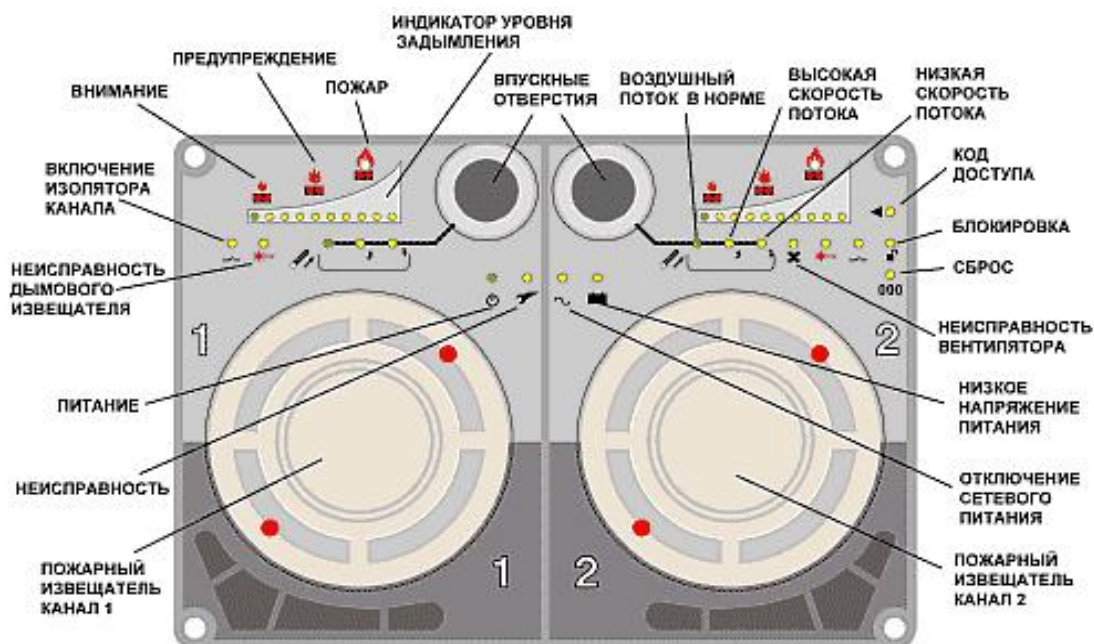


Рис.2.10. Аспирационный пожарный извещатель

Дымовые пожарные извещатели устанавливаются в закрытых помещениях согласно Приложения М [6].

2.1.2.3. Извещатели пожарные пламени

Пожар (в любой стадии) сопровождается процессом возникновения электромагнитного излучения в оптическом диапазоне. Оптический диапазон излучения (в зависимости от длины волны) подразделяется на ультрафиолетовый, видимый, инфракрасный (рис.2.11).

Излучение очага пожара в зависимости от температуры горения и вида химической реакции имеет разный спектральный состав.

Спектр излучения пламени достаточно сложный и состоит из:

1) сплошного излучения, создаваемого в основном за счет нагревания различных твердых и жидких частичек, образующихся над очагом пожара при неполном сгорании (частичек сажи, паров воды и т.п.). Кроме того, нагревается зона подготовки вещества к горению. Сплошное излучение имеет два характерных пика в области $2,8 \cdot 10^{-6}$ м ... $4,3 \cdot 10^{-6}$ м, что обусловлено излучением нагретых паров воды и радикалов ОН ($2,8 \cdot 10^{-6}$ м) а также излучением нагретой двуокиси углерода ($4,3 \cdot 10^{-6}$ м).

2) линейчатого спектра, который образуется в результате химической реакции в пламени (взаимодействия между молекулами вещества). Состав данного излучения зависит от вида горючего вещества и окислителя, отдельных линий, образующихся в результате электронных переходов в атоме под действием внешней энергии (тепла, химической реакции) (Рис.2.11).

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ ПЛАМЕНИ

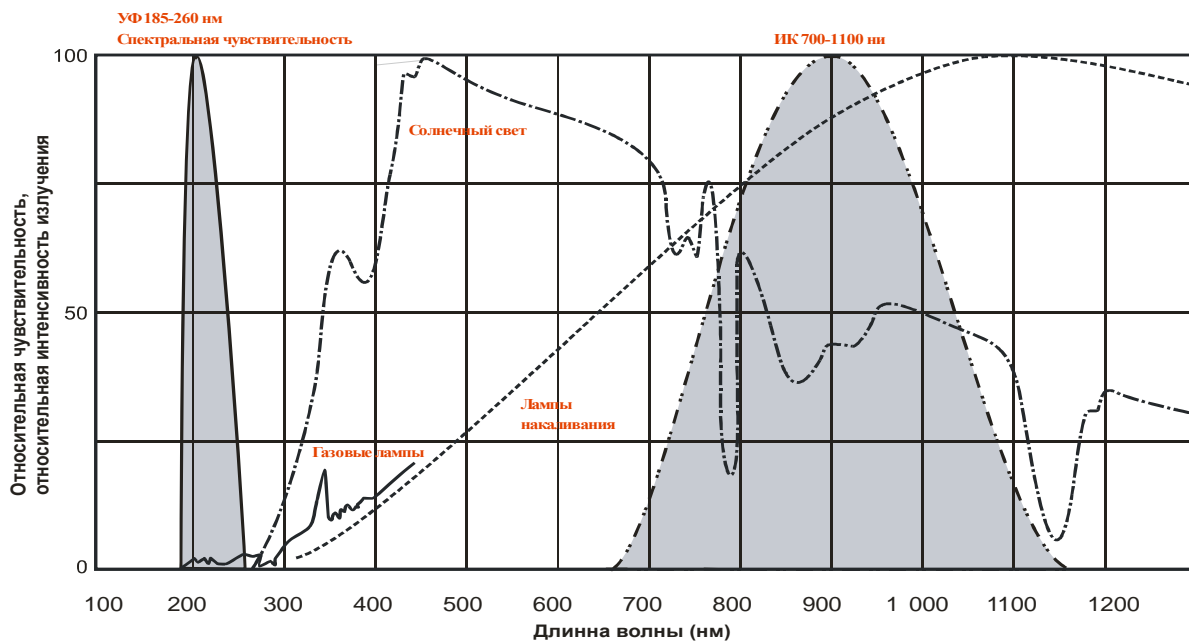


Рис.2.11. Спектр излучения пламени

При высоких температурах горения увеличивается количество таких линий, которые в основном располагаются в ультрафиолетовом диапазоне спектра. Спектр излучения пламени содержит разный по интенсивности и диапазону состав, на который влияет большое количество факторов. Однако для каждого конкретного состава горючих веществ характерен определенный вид спектра, хотя интенсивность отдельных его составляющих варьируется в зависимости от размера очага пожара и условий горения.

Схемы обработки импульсов могут быть накопительными (т. е. производится аккумуляция импульсов в конденсаторе до определенной ее величины) или цифровыми (т.е. срабатывание извещателя происходит при подсчете определенного количества импульсов за точно заданное время). При длительной эксплуатации ультрафиолетовых извещателей наступает старение материала фотокатода и соответственно спектральная характеристика сдвигается в область видимого диапазона излучения. Устойчивость извещателя к излучению фона снижается. Эксплуатация его становится невозможной из-за увеличения вероятности ложного срабатывания.

Инфракрасные извещатели в качестве чувствительных элементов имеют в основном фоторезисторы. Они работают по принципу внутреннего фотоэффекта и изменяют свои электрические параметры в зависимости от интенсивности падающего на них светового потока.

Схемы электронной обработки сигналов носят в основном аналоговый характер. Их помехозащищенность от посторонних источников света

осуществляется несколькими способами: вариацией чувствительности, оптической фильтрацией, а также электрической фильтрацией. Если в охраняемом помещении создается постоянное фоновое освещение, целесообразно использовать метод снижения чувствительности. Пределом снижения чувствительности служит обнаружительная способность извещателя. В паспорте извещателей пламени есть требования к максимально допустимому фону. Оптическую фильтрацию осуществляют построением спектральной характеристики извещателя таким образом, чтобы в область его чувствительности попадал диапазон излучения пламени и не попадало бы излучение посторонних источников света. Для этого используют корректирующие оптические фильтры.

Известно, что пламя имеет пульсацию интенсивности излучения в диапазоне частот меньше 50 Гц. Конкретные частоты зависят от условий горения и вида горящего вещества. Интенсивность переменной составляющей около 30-40% полной интенсивности, что несколько снижает возможность обнаружения пожара.

В электронную схему обработки сигналов вводится избирательный усилитель. От импульсных световых помех защита может быть обеспечена введением временной задержки срабатывания извещателя. Извещатели пламени обладают высоким быстродействием, поэтому их целесообразно применять в тех технологических процессах, где пожар протекает быстро (производство полимеров, нефтеперерабатывающие отрасли промышленности и т.п.). Конструктивное исполнение отечественных извещателей пламени, как правило, взрывозащищенное. Зона действия извещателей пламени определяется углом его обзора и временем срабатывания при горении конкретного вещества. Каждая точка контролируемой зоны должна просматриваться двумя извещателями. Дальность действия определяется экспериментально с учетом требуемого по условиям пожарной безопасности времени обнаружения пожара.

На практике пламя обнаруживается на излучающем фоне, создаваемом естественным и искусственным освещением. Фоновое излучение имеет свой спектральный состав и интенсивность. Естественное освещение определяется спектром излучения солнца, прошедшего через атмосферу. В закрытых помещениях свет проходит через стекло, которое не пропускает ультрафиолетового излучения короче $0,33 \cdot 10^{-6}$ м. Искусственное освещение, за исключением специальных ультрафиолетовых светильников, не имеет в спектральном составе ультрафиолетовой составляющей. Лампы накаливания имеют сплошной спектр, определяемый температурой нагревания нити накала. Обнаружение излучения очага пожара на излучающем фоне требует специальных мероприятий по защите от ложных срабатываний. Излучающий фон может (при его достаточной интенсивности) насытить чувствительный элемент извещателя, и излучение помехи небольшой интенсивности вызывает срабатывание извещателя. Поэтому в пожарных извещателях используются чувствительные элементы, имеющие избирательную спектральную характеристику. В ультрафиолетовом диапазоне спектра применяются счетчики фотонов или газонаполненные индикаторы. Эти элементы обладают большой чувствительностью и работают по принципу внешнего фотоэффекта. Отличаются они размерами фотокатода и

соответственно чувствительностью. 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 число импульсов в единицу времени, но при возникновении пожара резко возрастает поток фотонов, и фотоэлементы генерируют достаточное количество импульсов для срабатывания извещателя.

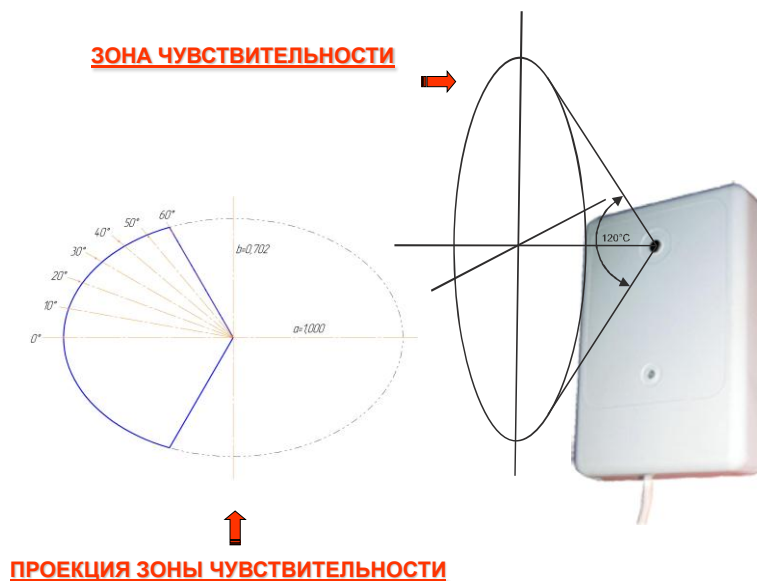


Рис. 2.12. Проекция зоны чувствительности

2.1.2.4. Извещатели пожарные газовые

Извещатели пожарные газовые (далее – ИПГ) обладают рядом отличительных свойств, которые делают их незаменимыми сверххранного обнаружения пожара, для применения в промышленности, в том числе во взрывоопасных зонах.

Извещатели пожарные газовые реагируют на изменение химического состава воздуха, контролируя появление газа или газов, характерных для тления или горения. Этим определяются особенности ИПГ. Наиболее распространены ИПГ, срабатывающие по уровню угарного газа CO.

Поскольку ИПГ использует иной принцип обнаружения пожара, чем у извещателей дымовых, температуры и пламени, то решается ряд проблем.

У ИПГ нет ложных сработок 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 тому, что извещатель перестает действовать, причем без всяких ухищрений с компенсацией пыли.

Нет проблемы влияния тепловых выбросов и воздушных потоков, низких температур очагов пожара, эти причины существенно не сказываются на обнаружении пожара с помощью ИПГ. Это связано с тем, что в отличие от

конвекционных потоков, газ распространяется во все стороны от источника пожара, угарный газ распространяется достаточно равномерно. Конечно, тепловой поток может ускорить этот процесс, но если он слаб (в результате того, что мал очаг пожара или низкая температура окружающей среды), то ИПГ обнаружит пожар вследствие заполнения объема помещения диффузионным механизмом движения газов.

Однако возможна ложная сработка по выбросу контролируемого газа, присущего технологическому процессу. Например, ИПГ на СО нельзя применять в подземных парковках, поскольку высокий фоновый уровень СО и быстрый темп нарастания угарного газа в выбросах автомобилей приведет к ложной сработке извещателя.

Что касается защиты людей от отравления весьма токсичным угарным газом, который выделяется при пожаре, то ИПГ предупреждает людей о появлении СО в уровнях, пока что безопасных для человека. Однако ИПГ не предназначен для контроля ПДК в рабочих зонах. Функция ИПГ – быстро обнаруживать пожар по выделению СО в малых концентрациях, этим и определяется его специфика.

Особенностью применения любых пожарных извещателей в промышленности является то, что нужно обеспечить работоспособность в условиях большого количества источников затрудняющих обнаружение пожара, ложных сработок (пыль, аэрозоли, взвеси, электромагнитные помехи, газы, тепловые выбросы, открытые очаги пламени, электросварка, электромагнитные помехи).

На промышленных производствах возможно смешение различных газов, присущих технологическому процессу и процессу выделения газов при тлении и пожаре. В этом случае особенно остро стоит задача селективности ИПГ к контролируемому газу. Что это означает: у каждого типа сенсора, применяемых в ИПГ, есть характеристика чувствительности к перекрестным газам, т.е к газам, которые вызывают электрическую реакцию такую же или подобную, как реакцию на контролируемый газ, поэтому измерительная часть ИПГ отреагирует на сторонний газ так же, как на контролируемый газ, что приведет к ложной сработке извещателя. Исходя из селективности извещателя в Руководстве по эксплуатации на ИПГ должен быть описан список газов, веществ, которые могут привести к ложной сработке ИПГ.

Соответственно, чем избирательнее сенсор ИПГ, тем лучше сам извещатель, он точнее определяет наличие ложки дегтя в бочке меда.

В настоящее время в составе ИПГ используются два типа сенсоров: полупроводниковый и электрохимический.

Принцип действия полупроводниковых газовых сенсоров 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 12В.

Электрохимический газовый сенсор представляет из себя гальванический элемент, который вырабатывает ток тем больший, чем выше концентрация контролируемого газа. 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 электродами 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 малошумящего АЦП и защиты от электромагнитных наводок.

СП 5.13130-09 допускает установку только одного адресного извещателя при условии, что: ПС не управляет установками пожарной сигнализации и пожаротушения или систем оповещения о пожаре 5-го типа, или другого оборудования которое в результате запуска может привести к материальным потерям и снижению безопасности людей; площадь помещения, где устанавливается пожарный извещатель не больше площади, на которую рассчитан данный тип датчика (проверить можно по паспорту технической документации на него); осуществляется контроль работоспособности датчика и в случае неисправности формируется сигнал «неисправность»; Обеспечивается возможность замены неисправного извещателя, а так же его обнаружения по внешней индикации.

Газовые пожарные извещатели Типы (виды) газовых извещателей ИПГ на следующие виды устройств, реагирующие минимум на один вид газов/паров веществ/материалов: CO – угарный газ. Это основной компонент для обнаружения тлеющих очагов возгораний, образующийся при пиролизе органических материалов. CO_2 – углекислый газ. Он начинает активно выделяться в начале перехода пожара в пламенную стадию. CxHy – летучие/ароматические углеводороды сырья, промежуточных/готовых продуктов технологической переработки нефти/газа. Другие газы, чье появление в воздушной среде помещений/контролируемой зоне наружных технологических установок, однозначно свидетельствует о появлении очага пожара, создавшей аварийной ситуации.

На практике к ИПГ нередко относят и автоматические газоанализаторы, что устанавливают в технологических помещениях с высокой категорией по взрывопожарной опасности, реагирующие на появление горючих газов, например, водорода в результате разгерметизации трубопроводов/корпусов аппаратов/установок, других аварийных ситуаций. По типу сенсора, способу обнаружения газов ИПГ подразделяют на следующие типы: полупроводниковые, электрохимические. Извещатели должны реагировать, как минимум, на один из приведенных ниже газов при концентрации в пределах: CO_2 — 1000...1500 ppm; CO — 20...80 ppm; C_xH_y — 10...20 ppm. По чувствительности к CO извещатели подразделяют на два класса: 1-й класс— 20...40 ppm; 2-й класс— 41...80.

Сегодня на рынке представлены следующие модели изделий ИПГ: ИП 435-3А «Сенсис» производства ООО «Дельта-С». Контролирует появление CO и H_2 в воздухе защищаемого помещения. Питание 12/24 В по четырехпроводному ШС. Размеры с монтажной розеткой – диаметр 110 мм, высота 61 мм; масса – 0,3 кг. Рабочий диапазон – от – 20 до + 65°C, в т.ч. при влажности до 95% при + 40°C. ИП 435-1. Производитель – «Спецавтоматика». Реагирует на CO , пороговое превышение температуры. Электропитание по ШС от 9 до 30 В. Температура эксплуатации – от – 10 до + 50°C. Степень защиты оболочкой – не меньше IP ИП 635-1 – адресный многоканальный/мультисенсорный извещатель, также производства «Спецавтоматика» из Бийска. Анализирует концентрацию летучих углеводородов, температуру, оптическую плотность газовой среды, низкочастотные колебания ИК-излучения. ИП 435-7 «Эксперт» – газовый извещатель, контролирующий концентрацию CO , выпускаемый компанией «Этра-спецавтоматика» из Новосибирска. Защита – IP ИП 435-4-Ex «Сегмент» – рудничный/шахтный ИПГ во взрывозащищенном корпусе, также производимый компанией «Этра-спецавтоматика». Степень защиты – IP Уровень запыленности – до 3,5 кг/м³. Задымление воздушной среды дымами, взвешиваемыми/аэрозолями, не содержащими CO – не ограничено. ИП 435-8/101-04-A1R «Сонет» – CO пороговый/тепловой максимально-дифференцированный извещатель компании «Болид». Срабатывание на угарный газ – 40 ppm, повышение температуры – + 54°C. Защита – IP Питание по ШС – 9–30 В.



Рис. 2.13. Извещатель газовый пожарный (ИПГ)

Площадь помещения, защищаемая одним ИПГ, определяется согласно табл. 13.3, [6], аналогично точечным пожарным извещателям, работающим по дыму, в частности, при высоте помещения меньше 3,5 м – до 85 м².

2.2. Приборы приемно-контрольные пожарные и управления

Пожарная сигнализация – совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и включение исполнительных установок систем противодымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты.

Типы и виды технических средств пожарной сигнализации, а так же их классификация представлена в ГОСТ Р 53325–2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний». Классификация приборов приёмно-контрольных пожарных (Рис.2.14).

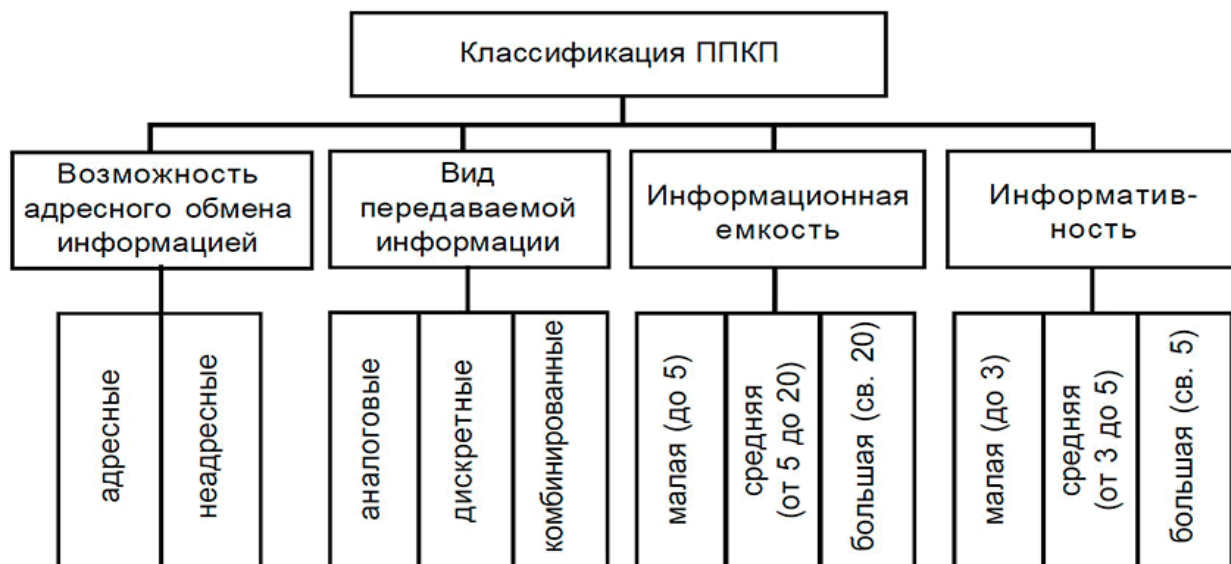


Рис 2.14. Общая классификация ППКП

ППКП должны обеспечивать следующие функции:

1) прием электрических сигналов от ручных и автоматических ПИ со световой индикацией номера шлейфа, в котором произошло срабатывание ПИ, и включением звуковой и световой сигнализации;

2) контроль исправности шлейфов сигнализации по всей их длине с автоматическим выявлением обрыва или короткого замыкания в них, а также световую и звуковую сигнализацию о возникшей неисправности;

3) контроль замыкания шлейфов сигнализации и линий связи на землю (если это препятствует нормальной работе ППКП);

4) ручной или автоматический контроль работоспособности и состояния узлов и блоков ППКП с возможностью выдачи извещения об их неисправности во внешние цепи;

5) ручное выключение любого из шлейфов сигнализации, при этом выключение одного или нескольких шлейфов сигнализации должно сопровождаться выдачей извещения о неисправности во внешние цепи;

6) ручное выключение звуковой сигнализации о принятом извещении с сохранением световой индикации, при этом выключение звуковой сигнализации не должно влиять на прием извещений с других шлейфов сигнализации и на ее последующее включение при поступлении нового тревожного извещения;

7) преимущественную регистрацию и передачу во внешние цепи извещения о пожаре по отношению к другим сигналам, формируемым ППКП;

8) посылку в ручной ПИ обратного сигнала, подтверждающего прием поданного им извещения о пожаре;

9) защиту органов управления от несанкционированного доступа посторонних лиц;

10) автоматическую передачу отдельных извещений о пожаре, неисправности ППКП и несанкционированном проникновении посторонних лиц к органам управления ППКП;

11) формирование стартового импульса запуска ППУ при срабатывании двух ПИ, установленных в одном защищаемом помещении, с выдержкой не менее 30 с и без выдержки для помещений, в которых пребывание людей не предусмотрено;

12) автоматическое переключение электропитания с основного источника на резервный и обратно с включением соответствующей индикации без выдачи ложных сигналов во внешние цепи (допускается отсутствие у ППКП данной функции, если его электропитание осуществляется от резервированного источника питания, выполняющего данную функцию);

13) возможность включения в один шлейф сигнализации активных (энергопотребляющих) и пассивных ПИ;

14) контроль состояния резервного источника питания (аккумулятора);

15) возможность программирования тактики формирования извещения о пожаре.

Кроме этих параметров системы пожарной сигнализации классифицируются по: физической реализации линий связи: радиоканальные, проводные, комбинированные и оптоволоконные; по составу и функциональности: без применением средств вычислительной техники, с применением СВТ и возможностью её применения; объекту управления. Управление различными установками пожаротушения, средствами дымоудаления, средствами оповещения и комбинированными; возможностям расширения. Нерасширяемые или расширяемые, допускающие монтаж в корпусе или отдельное подключение дополнительных компонентов.

2.3. Проектирование систем пожарной сигнализации

По способу контроля над шлейфами пожарная сигнализация распределяется на следующие типы:

Пороговая система пожарной сигнализации

Принцип работы данного типа основан на изменении сопротивления в шлейфе систем пожарной сигнализации. Пожарные извещатели могут находиться только в двух физических состояниях «*норма*» и «*пожар*». В случае фиксации фактора пожара, извещатель изменяет своё внутреннее сопротивление и приёмно-контрольный прибор выдает сигнал тревоги по тому шлейфу, в котором установлен этот пожарный извещатель. Не всегда визуально можно определить место сработки, так как в пороговых системах на одном шлейфе устанавливаются в среднем 10-20 пожарных извещателей (Рис.2.15).

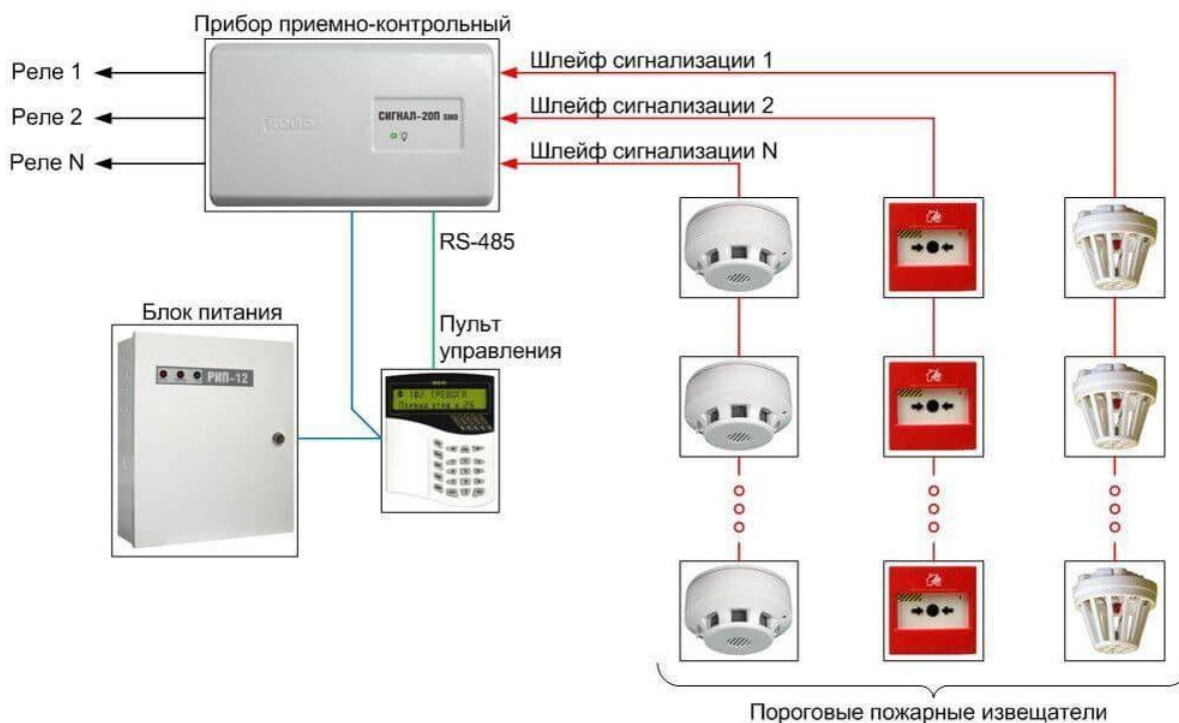


Рис.2.15. Пороговая система пожарной сигнализации

Для определения неисправности ШС (а не состояние извещателей) применяется оконечный резистор. Устанавливается он всегда в конце шлейфа. При использовании пожарной тактики «сработка ПС по двум извещателям», для получения сигнала «внимание» или «вероятность пожара» в каждый извещатель устанавливается добавочное сопротивление. Это позволяет применять автоматические системы пожаротушения на объекте и исключения возможных ложных тревог и порчи имущества. Автоматика пожаротушения запускается только в случае одновременной сработки двух и более извещателей.

К пороговому типу можно отнести следующие ППКП: серия «Нота», производителя Аргус-Спектр, ВЭРС-ПК, производителя ВЭРС, приборы серии «Гранит», производителя НПО «Сибирский Арсенал», Сигнал-20П, Сигнал-20М, С2000-4, производителя НПБ «Болид» и другие пожарные приборы. (Рис. 2.16)



Рис. 2.16. Прибор приёмно-контрольный пожарный «Гранит-5»

К плюсам традиционных систем можно отнести простоту монтажа и низкую стоимость оборудования. Самые значительные недостатки – неудобство обслуживания пожарной сигнализации и большая вероятность ложных тревог (сопротивление может меняться от многих факторов, датчики не могут

передавать информацию о запыленности), снизить количество которых можно только используя другой тип ПС и оборудования.

Адресно-пороговая система пожарной сигнализации

Отличие адресно-пороговой системы сигнализации от традиционной заключается в топологии построения схемы и алгоритме опроса пожарных извещателей. Приёмно-контрольный прибор циклически опрашивает подключенные пожарные извещатели с целью выяснить их состояние. При этом каждый извещатель в шлейфе имеет свой уникальный адрес и может находиться уже в нескольких статических состояниях: «норма», «пожар», «неисправность», «внимание», «запылён» и прочие. При этом извещатель самостоятельно принимает решение о переходе в другое состояние. В отличие от традиционных систем подобный алгоритм опроса позволяет с точностью до извещателя определить место возникновения пожара.

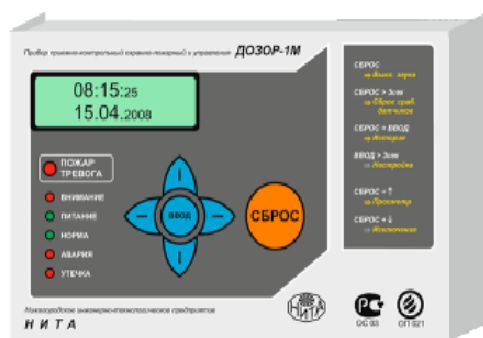


Рис. 2.17. Прибор приёмно-контрольный пожарный «Дозор-1М»

К адресно-пороговому типу пожарной сигнализации можно отнести следующие ППКП: Сигнал-10, производителя НПБ «Болид»; Сигнал-99, производителя ПромСервис-99; Дозор-1М, производителя Нита, и другие пожарные приборы. (Рис 2.17).

Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации

Самый прогрессивный на сегодняшний момент тип пожарной сигнализации. Обладает тем же функционалом что и адресно-пороговые системы, но отличается в способе обработки сигналов от пожарных извещателей. Решение о переходе в режим «пожар» или любое другое состояние, принимает именно контрольная панель, а не извещатель. Это позволяет настраивать работу пожарной сигнализации под внешние факторы. ППКП одновременно контролирует состояние параметров установленных устройств и анализирует полученные значения, что позволяет существенно снизить вероятность ложных тревог.

Помимо этого такие системы обладают еще не оспоримым преимуществом – возможность применять любую топологию адресной линии

– шина, кольцо и звезда. Например, в случае обрыва кольцевой линии, она распадется на два независимых проводных шлейфа, которые полностью сохранят свою работоспособность. В линиях типа звезда можно использовать специальные изоляторы короткого замыкания, которые определяют место обрыва линии или её замыкания.

Очень удобны такие системы в обслуживании, так как можно выявить в режиме реального времени извещатели, которые требуют продувки или замены.

К адресно-аналоговому типу пожарной сигнализации можно отнести следующие ППКП:

контроллер двухпроводной линии связи С2000-КДЛ, производителя НПБ Болид;
Серия адресных приборов «Рубеж», производителя Rubezh;
РРОП 2 и РРОП-И (в зависимости от используемых датчиков), производителя Аргус-Спектр и многих других приборов и производителей.

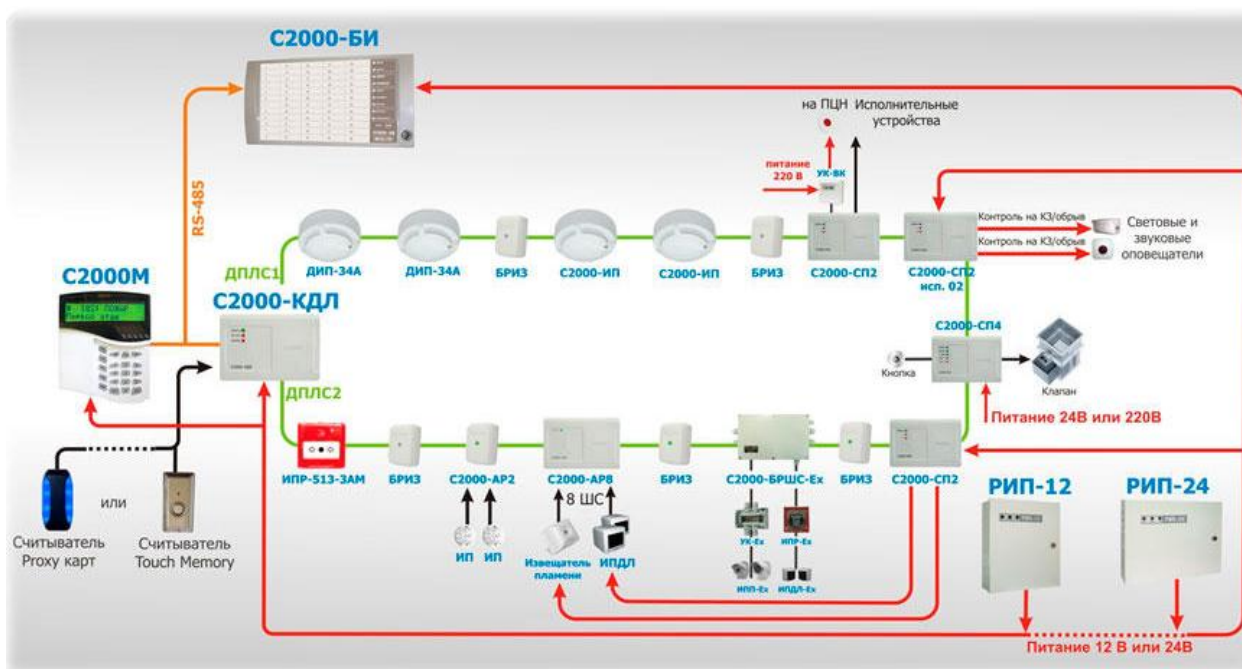


Рис. 2.18. Схема адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации на базе ППКП С2000-КДЛ

Во время выбора системы проектировщики учитывают все требования технического задания заказчика и обращают внимание на надежность функционирования, стоимость монтажных работ и требования к регламентному обслуживанию. Когда критерий надежности для более простой системы начинает понижаться, проектировщики переходят к использованию более высокого уровня. (Рис 2.18)

Радиоканальные варианты используются в тех случаях, когда прокладка кабелей становится экономически невыгодной. Но такой вариант требует больше средств на обслуживание и поддержание устройств в рабочем состоянии за счет периодической замены элементов питания.

Размещение пожарных извещателей

На основании СП 5.13130.2009 п.13.3 осуществляется размещение пожарных извещателей.

Размещение приборов приемно-контрольных пожарных.

На основании [6]. п.13.14 осуществляется размещение ППКП.

Расчет количества пожарных извещателей.

Пример 1. Разработать проект АПС для помещения с вычислительной техникой. Размеры помещения длина-24м, ширина-12м, высота-3,5м. Тип покрытия – плоские многослойные плиты.

Решение:

1. На основании [6] Приложение А, помещения с вычислительной техники подлежит оборудованию АПС.

2. Выбор типа и расчет количества пожарных извещателей.

На основании [6] Приложения М для помещения с вычислительной техникой необходимо применять дымовые извещатели. Принимаем к установке дымовые пожарные извещатели ИП 212-91 (Таб.2.1.).

Таблица 2.1. Технические характеристики ИП 212-91

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания (В)	9-28
Контролируемая площадь (м ²)	85
Чувствительность (дБ/м)	0,05-0,2
Инерционность- не более (с)	5
Ток потребления в дежурном режиме (мкА)	130
Температурный диапазон (°С)	-10 до+70
Габариты (мм)	86x41
Срок службы (лет)	10
Гарантийный срок (лет)	5
Степень защиты оболочки	IP40

В качестве приемно-контрольного прибора принимаем « Минитроник-8».

Расчет количества АПИ.

$$N_{\phi} \geq N_{mp} \quad (2.1)$$

$$N_{mp} = \frac{S_{ном}}{S_3}, \quad (2.2)$$

где $S_{ном}$ - площадь помещения

S_3 - площадь защиты одним извещателем, принимаемое по Таблице 13.3 [6].

$$N_{mp} = \frac{288}{85} = 3,38 \text{ принимаем } 4 \text{ извещателя}$$

$$N_{\phi} = N_{ол} \times N_{и} \quad (2.3)$$

$N_{дл} = \frac{\text{длина}}{r}$, где r - максимальное расстояние между извещателями, принимаемое по таблице 13.3 [6].

$$N_{дл} = \frac{24}{9} = 2,67 \text{ принимаем 3 извещателя}$$

$N_{ш} = \frac{\text{ширина}}{r}$, где r - максимальное расстояние между извещателями, принимаемое по таблице 13.3 [6].

$$N_{ш} = \frac{12}{9} = 1,33 \text{ принимаем 2 извещателя}$$

$$N_{\phi} = 3 \times 2 = 6$$

$$N_{\phi} = 6 > N_{mp} = 4 - \text{условие выполняется}$$

Изобразить схему размещения и присоединения пожарных извещателей.

Расчет необходимой емкости аккумуляторной батареи

Расчет необходимой емкости аккумуляторной батареи (АКБ), необходимой для работы автоматической установки пожарной сигнализации и системы оповещения от резервного источника питания, определяется по формуле:

$$C_{АКБ} = 1,1 \times (C_{д.р.} + C_{р.п.}) \quad (2.4)$$

где $C_{АКБ}$ - емкость АКБ АУПС и СОУЭ в дежурном режиме, А*ч;

$C_{р.п.}$ - емкость АКБ АУПС и СОУЭ в режиме «Пожар», А*ч;

1,1 - поправочный коэффициент, учитывающий степень разряда АКБ.

Емкость аккумуляторной батареи АУПС и СОУЭ в дежурном режиме определяется как

$$C_{д.р.} = \tau_1 \times \sum I_{д.р.} \quad (2.5)$$

где $\sum I_{д.р.}$ — сумма токов всех потребителей в дежурном режиме (пожарных извещателей, приемно-контрольного прибора, пожарных оповещателей), А;

τ_1 - минимальное время работы АУПС и СОУЭ от аккумуляторной батареи в дежурном режиме (определяется согласно СП 6.13130.2013), ч.

Емкость аккумуляторной батареи АУПС и СОУЭ в дежурном режиме определяется как

$$C_{р.п.} = \tau_2 \times \sum I_{1р.п.} + \tau_3 \times \sum I_{2р.п.} \quad (2.6)$$

где $\sum I_{1р.п.}$ - сумма токов потребителей АУПС в режиме «Пожар» (пожарных извещателей, приемно-контрольного прибора), А;

$\sum I_{2р.п.}$ - сумма токов потребителей СОУЭ в режиме «Пожар» (пожарных оповещателей), А;

τ_2 - минимальное время работы АУПС от аккумуляторной батареи в режиме «Пожар» (согласно СП 6.13130.2013);

τ_3 - минимальное время работы СОУЭ от аккумуляторной батареи в

режиме «Пожар» (принимается равным 1 ч.).(Приложение 3).

Пример 2. Рассчитать емкость аккумуляторной батареи для обеспечения резервного питания автоматической установки пожарной сигнализации, состоящей из приемно-контрольного прибора «Минитроник 24» ($I_{д.р.}=75$ мА, $I_{р.п.}=400$ мА), 10 извещателей ИП 212-45 ($I_{д.р.}=0,05$ мА, $I_{р.п.}=0,05$ мА), 2 извещателей ИПР-И ($I_{д.р.}=0,1$ мА, $I_{р.п.}=0,1$ мА), 2 светозвуковых оповещателей Блик ЗС-12 ($I_{р.п.}=120$ мА).

Решение: Определяем емкость аккумуляторной батареи в дежурном режиме:

$$C_{д.р.} = \tau_1 \times \sum I_{д.р.} = 24 \times (0,075 + 10 \times 0,05 \times 10^{-3} + 2 \times 0,1 \times 10^{-3}) = 1,82 \text{ (А*ч)}$$

Определяем емкость аккумуляторной батареи в режиме «Пожар»:

$$C_{р.п.} = \tau_2 \times \sum I_{1р.п.} + \tau_3 \times \sum I_{2р.п.}$$

$$1 \times (0,4 + 10 \times 0,05 \times 10^{-3} + 2 \times 0,1 \times 10^{-3} + 1 \times 2 \times 0,12) = 0,48 \text{ (А*ч)}$$

Таким образом, емкость аккумуляторной батареи определяется как

$$C_{АКБ} = 1,1 \times (C_{д.р.} + C_{р.п.}) = 1,1 \times (1,82 + 0,48) = 2,53 \text{ (А*ч)}$$

Расчет сопротивления оконечного резистора

Сопротивление оконечного резистора определяется по формуле:

$$R_o = \frac{U_{шс}}{I_{д.р.} - \sum I_{шп}} \quad (2.7)$$

где $U_{шс}$ - напряжение в шлейфе сигнализации, В;

$I_{д.р.}$ - ток в шлейфе сигнализации в дежурном режиме, мА;

$I_{шп}$ - токопотребление одного пожарного извещателя в шлейфе сигнализации, мА.

Пример 3. Напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 24 В, ток – 2,2 мА. В шлейф сигнализации установлено 15 пожарных извещателей, токопотребление каждого - 0,05 мА. Определить сопротивление оконечного резистора.

Решение: Сопротивление оконечного резистора определяется как:

$$R_o = \frac{U_{шс}}{I_{д.р.} - \sum I_{шп}} = \frac{24}{2,2 - 0,5} = 14 \text{ кОм}$$

Вопросы для самоконтроля

1. Общие положения при выборе типов пожарных извещателей для защищаемого объекта.
2. Классификация пожарных извещателей.

3. Принцип работы автоматических пожарных извещателей.
4. Назначение и выполняемые функции приборов приемно-контрольных пожарных и управления.
5. Требования к организации зон контроля пожарной сигнализации.
6. Основы проектирования системы пожарной сигнализации.
7. Требования к размещению элементов пожарной сигнализации.
8. Порядок проверки работоспособности системы пожарной сигнализации.
9. Взаимосвязь систем пожарной сигнализации с другими системами и инженерным оборудованием объектов.
10. Требования к эксплуатации систем пожарной сигнализации.

Задачи для самостоятельного решения

Задача № 1. Определить максимально допустимое количество пожарных извещателей одного типа в одном шлейфе сигнализации, если токопотребление одного составляет 0,075 мА, напряжение питания в шлейфе - 24 В, ток - 3 мА, сопротивление оконечного резистора - 5,6 кОм.

Задача № 2. В шлейф сигнализации установлено 15 дымовых пожарных извещателей (токопотребление каждого составляет 0,08 мА) и 2 ручной пожарной извещатель с токопотреблением 0,15 мА. Определить сопротивление оконечного резистора, если напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 12 В, ток – 2,5 мА.

Задача № 3. Напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 24 В, ток - 2 мА. В шлейф сигнализации установлено 11 пожарных извещателей, токопотребление каждого - 0,11 мА. Определить сопротивление оконечного резистора.

Задача №4. Напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 12 В, ток - 2,7 мА. В шлейф сигнализации установлено 8 пожарных извещателей, токопотребление каждого - 0,2 мА. Определить сопротивление оконечного резистора.

Задача № 5. Определить сопротивление оконечного резистора, если напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 12 В, ток - 3 мА, а токопотребление всех извещателей в шлейфе 2 мА.

Задача № 6. Определить сопротивление оконечного резистора, если напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 24 В, ток - 3 мА, а токопотребление всех извещателей в шлейфе 2,9 мА.

Задача № 7. Определить сопротивление оконечного резистора, если напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 12 В, ток - 2 мА, а токопотребление всех извещателей в шлейфе 1,8 мА.

Задача № 8. В шлейф сигнализации установлено 6 пожарных извещателей. Токопотребление каждого составляет 0,1 мА. Определить сопротивление оконечного резистора, если напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 12 В, ток - 2 мА.

Задача № 9. Определить максимально допустимое количество пожарных извещателей одного типа в одном шлейфе сигнализации, если токо- потребление одного составляет 0,08 мА, напряжение питания в шлейфе - 12 В, ток - 2,5 мА, сопротивление оконечного резистора - 5,6 кОм.

Задача № 10. Определить сопротивление оконечного резистора, если напряжение питания в шлейфе сигнализации составляет 9 В, ток - 2 мА, а токопотребление всех извещателей в шлейфе 1,5 мА.

Задача №11. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора пожарного (ППКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты склада муки и круп. Размеры помещения 30м-16м-5м. Потолок плоский.

Задача №12. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной автоматики (сигнализации, оповещения). Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора пожарного (ППКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты помещения серверной. Размеры помещения 20м-10м-4м. Потолок плоский. От автоматической пожарной сигнализации происходит формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения.

Задача №13. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты торгового зала. Размеры помещения 45м-20м-4,5м. Потолок плоский.

Задача №14. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты административного помещения. Размеры помещения 34м-17м-4 м. Потолок плоский.

Задача №15. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты коридора школы. Размеры помещения 30м-3м-3,8м. Потолок плоский.

Задача №16. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты пространства за подвесными потолками. Размеры пространства 20м-10м-0,5 м. Потолок плоский.

Задача №17. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты помещения с хранением синтетических материалов. Размеры помещения 12м-6м-3,5м. Потолок плоский. От автоматической пожарной сигнализации происходит формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения.

Задача №18. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты складского помещения с хранением мебели. Размеры помещения 28м-14м-4,5м. Потолок плоский. От автоматической пожарной сигнализации происходит формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения.

Задача №19. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты столовой. Размеры помещения 34м-16м-4 м. Потолок плоский.

Задача №20. Обосновать необходимость защиты установкой пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты музея. Размеры помещения 20м-12м-3,5 м. Потолок плоский.

Задача №21. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты помещения с хранением твердых горючих материалов. Размеры помещения 22м-8м-4,5 м. Потолок плоский. От автоматической пожарной сигнализации происходит формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения.

Задача №22. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты складского помещения с хранением обоев. Размеры помещения 28м-14м-5,5 м. Потолок плоский.

Задача №23. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты парикмахерской. Размеры помещения 34м-16м-4,2м. Потолок плоский.

Задача №24. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты музея. Размеры помещения 20м-12м-3,5 м. Потолок плоский.

Задача №25. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты помещения с хранением целлулоида. Размеры помещения 22м-4м-2,5 м. Потолок плоский. От автоматической пожарной сигнализации происходит формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения.

Задача №26. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты

помещения серверной. Размеры помещения 20м-14м-5 м. Потолок плоский. От автоматической пожарной сигнализации происходит формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения.

Задача №27. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты складского помещения с хранением текстильно-галантерейных материалов. Размеры помещения 24м-14м-3,5 м. Потолок плоский. От автоматической пожарной сигнализации происходит формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения.

Задача №28. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты складского помещения с хранением картона. Размеры помещения 24м-14м-5,5 м. Потолок плоский. От автоматической пожарной сигнализации происходит формирование сигналов на управление в автоматическом режиме установками пожаротушения.

Задача №29. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты бара. Размеры помещения 34м-16м-4 м. Потолок плоский.

Задача №30. Обосновать необходимость защиты установками пожарной сигнализации. Определить вид, марку извещателей, приемно-контрольного прибора (ПКП), количество автоматических пожарных извещателей для защиты картинной галереи. Размеры помещения 20м-12м-5,5 м. Потолок плоский.

Раздел 3. Комплекс технических средств автоматической системы противопожарной защиты

3.1. Системы оповещения и управления эвакуации людей при пожаре

Основная задача системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) – это своевременное оповещение людей о пожаре с целью обеспечения безопасности и оперативной эвакуации из задымленных помещений и зданий в безопасную зону.

Зона пожарного оповещения – часть здания или сооружения, где проводится одновременное и одинаковое по способу оповещение людей о пожаре.

Технические средства оповещения – звуковые, речевые, световые и комбинированные пожарные оповещатели, приборы управления ими, а также эвакуационные знаки пожарной безопасности.

Автоматическое управление - приведение в действие СОУЭ командным импульсом автоматических установок пожарной сигнализации или пожаротушения.

Полуавтоматическое управление - приведение в действие СОУЭ диспетчером при получении командного импульса от автоматических установок пожарной сигнализации или пожаротушения.

СОУЭ включается автоматически по сигналу от ППКП. Предусматривается также возможность ручного включения. Оповещение и управление эвакуацией людей при пожаре должно осуществляться одним из следующих способов или их комбинацией:

1. подачей звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания с постоянным или временным пребыванием людей;
2. трансляцией текстов о необходимости эвакуации, путях эвакуации, направлении движения и других действиях, направленных на обеспечение безопасности людей;
3. трансляцией специально разработанных текстов, направленных на предотвращение паники и других явлений, усложняющих эвакуацию;
4. размещением эвакуационных знаков безопасности (далее указателей) на путях эвакуации;
5. включением эвакуационных знаков безопасности;
6. включением эвакуационного освещения;
7. дистанционным открыванием дверей эвакуационных выходов (например, оборудованных электромагнитными замками);
8. связью пожарного поста-диспетчерской с зонами пожарного оповещения.

СП 3.13130-09 [5] предусматривают 5 типов систем оповещения людей о пожаре и управления их эвакуацией и определяют необходимость выбора того или иного типа СОУЭ для проектируемого здания, в зависимости от различных значений нормативных показателей: назначение здания; площадь пожарного отсека; вместимость; этажность.

СОУЭ должна включаться от командного импульса, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации или пожаротушения. Допускается осуществлять включение СОУЭ при срабатывании одного пожарного извещателя, если выполняются условия, изложенные в нормативных документах по пожарной безопасности, утвержденных в установленном порядке.

Допускается использовать в СОУЭ дистанционное и местное включение, если в соответствии с нормативными документами для данного вида зданий не требуется оснащение автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. Пусковые элементы должны быть выполнены и размещены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ручным пожарным извещателям.

Допускается использовать в СОУЭ 3-5-го типов полуавтоматическое управление, а также дистанционное и местное включение в отдельных зонах оповещения.

При разделении здания на зоны оповещения должна разрабатываться специальная очередность оповещения людей, находящихся в защищаемом объекте.

Размеры зон пожарного оповещения, специальная очередность оповещения и время начала оповещения в отдельных зонах определяются, исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре. Допускается в качестве такого условия использовать требования нормативных документов по пожарной безопасности, утвержденных в установленном порядке в части обеспечения безопасности людей при пожаре.

СОУЭ должна функционировать в течение времени, необходимого для завершения эвакуации людей из здания.

Эвакуационное освещение предусматривается в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности, утвержденных в установленном порядке.

Эвакуационные световые указатели, включаются одновременно с основными осветительными приборами рабочего освещения.

Допускается использовать эвакуационные световые указатели, автоматически включаемые при получении СОУЭ командного импульса о начале оповещения о пожаре и (или) аварийном прекращении питания рабочего освещения.

Световые указатели «Выход» в зрительных, демонстрационных, выставочных и других залах должны включаться на время пребывания людей.

Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать общий уровень звука, уровень звука постоянного шума вместе со всеми сигналами производимыми оповещателями не менее 75 дБА на расстоянии 3 м от оповещателя, но не более 120 дБА в любой точке защищаемого помещения.

Для обеспечения четкой слышимости звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать уровень звука не менее чем на 15 дБ выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. Измерение проводится на расстоянии 1,5 м от уровня пола.

В спальнях помещений звуковые сигналы СОУЭ должны иметь уровень звука не менее чем на 15 дБА выше уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении, но не менее 70 дБА. Измерения проводятся на уровне головы спящего человека.

Настенные звуковые оповещатели, как правило, должны крепиться на высоте не менее 2,3 м от уровня пола, но расстояние от потолка до оповещателя должно быть не менее 150 мм.

Первый и второй тип СОУЭ

На большинство малых и средних объектов по нормам пожарной безопасности необходимо устанавливать первый и второй тип оповещения.

При этом для первого типа характеризуется обязательное наличие звукового оповещателя – сирены. Для второго типа добавляется еще световые табло «Выход». Оповещение при пожаре должно срабатывать одновременно во всех помещениях с постоянным или временным пребыванием людей. (Рис.3.1)

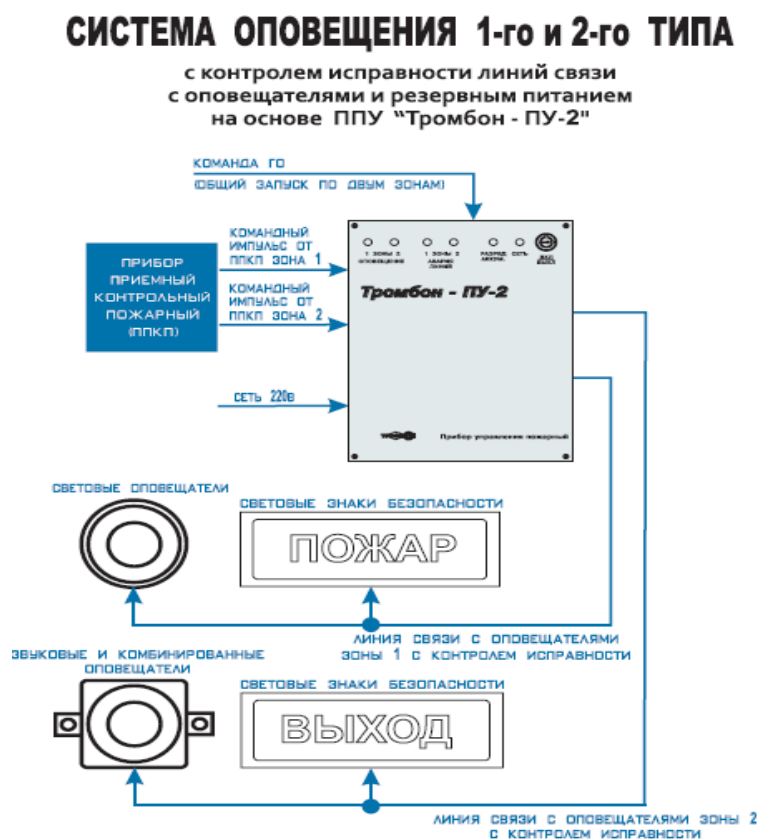


Рис.3.1. Состав системы оповещения 1-го и 2-го типа

Назначение прибора управления «Тромбон - ПУ-2». Прибор управления «Тромбон - ПУ-2» предназначен для построения систем оповещения и управления эвакуацией 1, 2 и 3 – го типов. Прибор обеспечивает управление световым и звуковым оповещением о пожаре. Прибор принимает командные

сигналы от установки пожарной сигнализации и автоматически переходит в режим оповещения.

Прибор управления «Тромбон - ПУ-2» обеспечивает следующие способы оповещения: 1). Речевое оповещение в автоматическом режиме - транслирование заранее записанного речевого сообщения; 2). Голосовое оповещение оператором - транслирования голосовых сообщений оператора через встроенный микрофон; 3). Световое оповещение - включение световых оповещателей и световых эвакуационных знаков безопасности (Рис. 3.2).



Рис.3.2. Прибор управления «Тромбон-ПУ-2»

Прибор обеспечивает контроль исправности всех линий связи с оповещателями и прибором приемным контрольным пожарным (ППКП). Контроль линий связи с оповещателями адаптивный. Запись сопротивлений линий связи и настройка чувствительности системы контроля выполняется пользователем при инсталляции Прибора на объекте, после подключения к нему всех линий связи.

Прибор имеет память на одно речевое сообщение. Запись сообщения выполняется пользователем, через встроенный микрофон и при помощи кнопок на передней панели прибора управления.

Прибор питается от сети переменного тока 220В. Для резервного питания используется стандартная аккумуляторная батарея 12В емкостью 7 А*Ч.

Режимы работы прибора Тромбон – ПУ-2. Прибор управления имеет следующие режимы работы:

«Режим программирования». Специальный режим работы Прибора, в котором выполняется настройка Прибора при инсталляции его на объекте.

Режим «Тест» предназначен для проверки индикаторов прибора. Для входа в режим необходимо перевести ключ блокировки управления в положение «Упр. Блок», затем нажать и удерживать кнопку «Сброс» в течение 5 секунд. После этого прибор зажигает на 5 секунд все индикаторы и издает звук зуммера. По истечении 5 секунд прибор возвращается в дежурный режим автоматически. В режиме «Тест» прибор продолжает контролировать состояние входа «Пожар». При появлении на нем командного сигнала Прибор автоматически прервет режим «Тест» и перейдет в режим оповещения.

«Дежурный режим». Основной режим работы прибора. В этом режиме все реле Прибора и усилитель мощности выключены. Прибор выполняет контроль состояния питающей сети, аккумулятора, входа тревоги и контроль исправности линий связи с оповещателями. В «Дежурном режиме» работы и при отсутствии

неисправностей на передней панели Прибора горят индикаторы «Сеть» и «Аккумулятор». Вход в «Дежурный режим» выполняется автоматически, при включении питания Прибора. Из других режимов работы переход в «Дежурный режим» выполняется нажатием на кнопку «Сброс».

Режим «Звуковое вещание». В режиме «Звуковое вещание» выполняется трансляция голоса оператора через микрофон в линию звукового оповещения. Линия светового оповещения не включается. Вход в режим «Звуковое вещание» выполняется нажатием кнопки «Микрофон» на передней панели Прибора, при этом загорается индикатор «Микрофон». Если линия звукового оповещения неисправна (горит индикатор неисправность линии звук, то режим звукового вещания не включается. Выход из режима звукового вещания выполняется нажатием кнопки «Сброс» или автоматически, при переходе Прибора в режим «Оповещения».

Режим «Оповещения». Вход в режим «Оповещения» может быть выполнен тремя способами: 1). Получением командного сигнала (замыкания) от ППКП на вход «Пожар» прибора; 2). Получением командного сигнала через порт RS485 от сопряженной системы безопасности; 3). Нажатием на кнопку «Пожар» оператором.

Третий, четвертый и пятый тип СОУЭ

Данные типы относятся к автоматизированным системам, запуск оповещения полностью отведен автоматике, и роль человека в управлении системой сведена к минимуму.

Для третьего, четвертого и пятого типа СОУЭ основным способ оповещения является речевой. Передаются заранее разработанные и записанные тексты, которые позволяют провести эвакуацию максимально эффективно.

В 3-м типе дополнительно используется световые указатели «выход» и регламентируется очередность оповещения – сначала обслуживающего персонала, а затем всех остальных по специально разработанной очередности.

В 4-м типе появляется требование о наличии связи с диспетчерской внутри зоны оповещения, а так же дополнительных световых указателей направления движения. **Пятый тип**, включает все, что перечислено в первых четырех, плюс к этому добавляется требование о наличии разделения включения световых указателей для каждой зоны эвакуации, обеспечивается полная автоматизация управления системой оповещения и организация множества путей эвакуации из каждой зоны оповещения. (Рис.3.3)

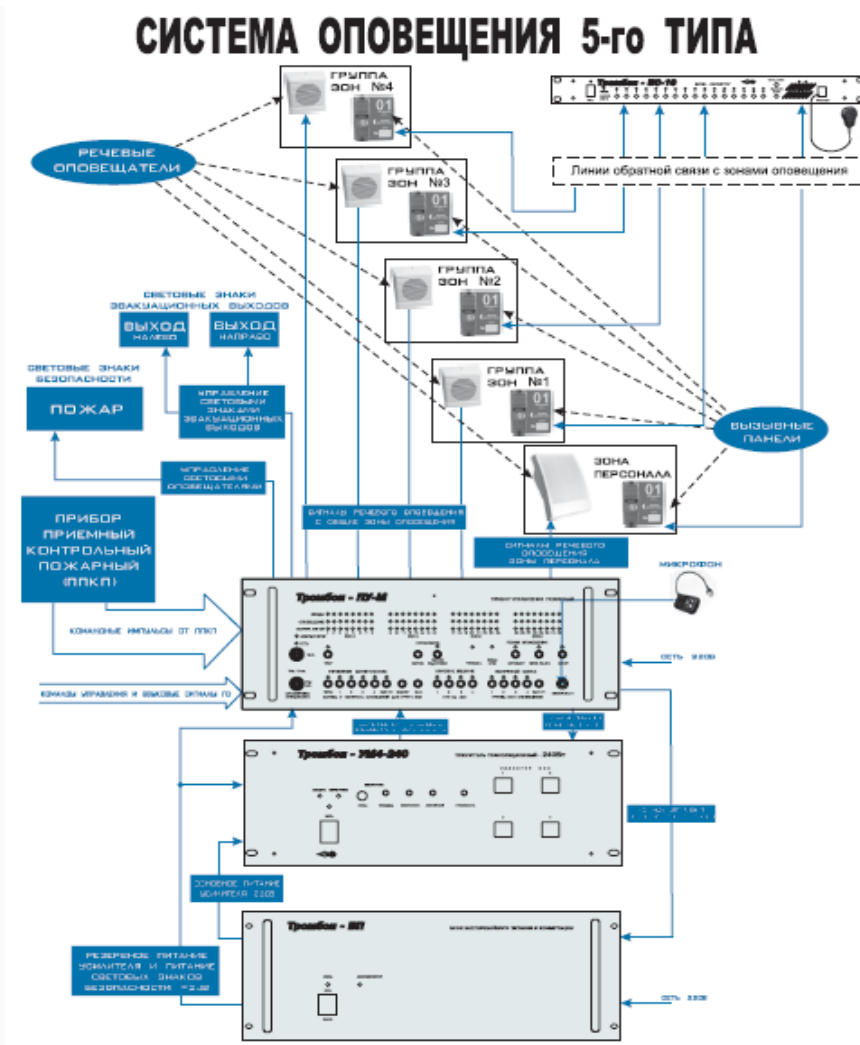


Рис.3.3. Состав системы оповещения 5-го типа

Прибор управления «Тромбон - ПУ-М» (ПУ) предназначен для построения системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) 3 – го, 4 – го и 5 – го типов. Прибор обеспечивает управление световым и звуковым оповещением о пожаре, а также управление системами контроля доступа и эвакуационного освещения. Прибор принимает командные сигналы от автоматической установки пожарной сигнализации и автоматически переводит СОУЭ в тревожный режим. У Прибора предусмотрены возможности: а) сопряжения СОУЭ с каналами оповещения МЧС при помощи средств дистанционного запуска; б) сопряжения СОУЭ с комплексными системами безопасности «Интеллект +» и «Орион» через порт RS485; в) звукового вещания с приоритетом режима оповещения.

Прибор управления «Тромбон - ПУ-М» обеспечивает:

Контроль исправности линий связи с ППКП;

Контроль состояния входов тревоги и получение командных импульсов от ППКП;

Контроль состояния входа управления оповещением МЧС; - Адаптивный контроль исправности линий связи с речевыми оповещателями;

Коммутацию сигналов оповещения в линии связи с речевыми оповещателями; - Адаптивный контроль исправности линий связи со световыми

оповещателями; - Коммутацию напряжения питания в линии связи со световыми оповещателями; - Управление основным и резервным питанием усилителей мощности; - Коммутацию напряжения питания для системы эвакуационного освещения; - Передачу команд в систему управления доступом или коммутацию напряжения питания для электромагнитных замков эвакуационных выходов; - Сопряжение с другими комплексными системами безопасности через последовательный порт RS485 (при наличии согласованного протокола обмена).

Прибор имеет систему резервного питания с двумя встроенными аккумуляторными батареями 12В на 7 А*ч.

У Прибора имеется блокировка органов управления от несанкционированного доступа при помощи механического замка – выключателя.

Прибор обеспечивает возможность транслирования в зоны оповещения сигналов звукового вещания (с приоритетом режимов оповещения): - Звуковое вещание сигналов, поступающих от удаленных консолей в установленные группы зон или произвольно выбранные зоны. - Звуковое вещание с транслированием сигналов, поступающих на линейный вход Прибора управления в заранее установленные группы зон или в произвольно выбранные зоны.

Прибор может быть совмещён с сетью проводного вещания объектов с приоритетом режима оповещения (при наличии устройства согласования).

Органы управления прибора «Тромбон – ПУ-М». Внешний вид прибора со стороны передней панели приведен на рисунке 3.4. На передней панели ПУ размещены следующие органы управления и индикации: 1) Замок включения - выключения питания прибора. 2) Индикатор «Сеть» - светится зеленым цветом при включенном приборе и наличии основного напряжения питания.



Рис.3.4. Прибор управления «Тромбон – ПУ-М»

Режимы работы ПУ «Тромбон – ПУ-М». Прибор управления имеет следующие режимы работы:

«Режим программирования». Специальный режим работы Прибора, в котором выполняется установка значений основных функций Прибора при установке его на объекте. Установка значений выполняется при помощи кнопок и индикаторов, расположенных на передней панели Прибора управления.

«Режим тест». Специальный режим работы Прибора, в котором выполняется проверка ПУ и всех его индикаторов. Вход в режим «Тест»

возможен только в дежурном режиме работы ПУ. Для входа в режим «Тест» необходимо нажать и удерживать в течение 5 секунд кнопку «Тест» (кнопку «СБРОС ЗАДЕРЖКИ»). В режиме «Тест» ПУ зажигает на 10 секунд все индикаторы передней панели и издает звуки зуммера, индикатор «Тест» мигает. По истечении 10 секунд ПУ автоматически возвращается в дежурный режим. Для исключения возможного пропуска командного сигнала от ППКП, Прибор в режиме «Тест» продолжает исполнять все функции дежурного режима, включая контроль состояния входов Тревоги.

«Дежурный режим». Основной режим работы Прибора. В этом режиме все реле Прибора выключены, питание на усилители мощности не подается. В «Дежурном режиме» Прибор выполняет контроль входов сигнализации, входа МЧС и контроль исправности всех линий связи с оповещателями. Данный режим имеет наименьший приоритет, из него возможен переход в любой другой режим. Вход в «Дежурный режим» выполняется: а) автоматически при включении питания Прибора; б) в ручную, из любого другого режима, при нажатии кнопки «Сброс». В «Дежурном режиме» горят индикаторы «Сеть» и «Автомат».

Режим «Звуковое вещание». В режиме «Звуковое вещание» выполняется трансляция в зоны оповещения сигналов, поступающих на линейный вход Прибора. Звуковое вещание выполняется по выбору оператора: или в заранее 12 организованные группы зон, или в любые зоны. Всего в Приборе возможно программирование до 8 групп зон звукового вещания. В состав групп могут входить произвольно выбранные зоны. Любая зона может входить в состав нескольких групп. Использование групп зон удобно, когда необходимо одной кнопкой, включить вещание в несколько зон, объединенных по функциональному признаку, например: торговые залы, склады, офисные помещения и т.д. Вход в режим «Звуковое вещание» выполняется двумя способами: 1) нажатием на кнопку с номером группы в поле «Звуковое вещание по группам»; 2) нажатием на кнопку «Выбор зон вещания» с последующим выбором зон вещания кнопками. При включении режима вещания загораются индикаторы «Звуковое вещание», «Оповещение» выбранных зон и, если были выбраны группы зон, «Звуковое вещание по группам». Если какая-либо из запрашиваемых линий зоны находится в аварии, индикатор этой зоны не включится, т. к. аварийные линии в режим вещания не включаются. При входе в режим «Звуковое вещание» включаются: питание усилителя 220В, реле линий звукового оповещения соответствующих зон звуковой коммутатор подключает сигнал с линейного входа на линейный выход прибора. Резервное питание 24В для усилителя в этом режиме не включается. Выход из режима «Звукового вещания» в «Дежурный режим» возможен двумя способами: 1) нажатием кнопки «Сброс»; 2) повторным нажатием кнопок «Звуковое вещание по группам». В режиме «Звуковое вещание» возможно отключение звука кнопкой «Звук выключен» или включение микрофона кнопкой «Микрофон». Возврат к трансляции сигналов, поступающих на линейный вход Прибора, выполняется нажатием кнопки «Автомат». Режим «Звукового вещания» имеет низкий приоритет, из него возможен переход в любые режимы.

Режим «Звуковое вещание с удаленной консоли». Этот режим аналогичен режиму «Звуковое вещание». Управление в этом режиме выполняется с удаленной консоли «Тромбон – УК-М», а в зоны транслируется сигнал, поступающий от консоли. Всего к Прибору может быть подключено до 8-и удаленных консолей. Все подключенные консоли должны иметь индивидуальный адрес. Подключение консолей с одинаковыми адресами не допускается. Консоль, имеющая адрес 000 имеет приоритет. Остальные консоли работают по принципу «Кто первым обратился». Все консоли имеют приоритет над режимом «Звуковое вещание», заданным с кнопок Прибора управления. Для установки адреса и режима работы консоли на ее задней панели расположен 5-и разрядный переключатель. Установка адреса выполняется первыми 3 разрядами переключателя в двоичном коде от 000 до 111 (выключенному переключателю соответствует 0, включенному 1). Четвертый разряд переключателя определяет режим работы кнопки «Трансляция» консоли. При выключенном переключателе для звукового вещания необходимо нажать и удерживать кнопку «Трансляция». При включенном переключателе, для включения звукового вещания необходимо нажать и 13 отпустить кнопку «Трансляция». Для выключения вещания кнопку «Трансляция» надо нажать и отпустить повторно. При помощи пятого переключателя выполняется подключение нагрузочного резистора для согласования линии связи между Прибором и консолями. Все консоли включаются на одну линию связи последовательно. Переключатель резистора должен быть включен обязательно только у одной, последней в линии консоли. Внешний вид удаленной консоли «Тромбон – УК-М» приведен рис 3.6.

Удалённая микрофонная консоль «Тромбон – УК» предназначена для эксплуатации в составе СОУЭ «Тромбон» совместно с приборами управления «Тромбон-ПУ-4», «Тромбон – ПУ-8» и «Тромбон – ПУ-М». Консоль позволяет диспетчеру СОУЭ организовать дистанционный контроль за состоянием ПУ и передавать в зоны голосовые сообщения.



Рис. 3.6. Удалённая микрофонная консоль «Тромбон – УК»

Внешний вид удаленной консоли «Тромбон – УК-М». Управление режимом «Звуковое вещание с удаленной консоли». Для включения вещания, с удаленной консоли необходимо: 1) Набрать номер требуемой зоны или группы звукового вещания. Набор номера выполняется цифровыми кнопками в поле «Выбор групп и зон вещания» консоли. 2) Ввести набранный номер кнопками в поле «Ввод». При вводе номера группы, нажать кнопку «Группы», а при вводе

номера зоны нажать кнопку «Зоны». Также возможно включить все зоны сразу, для этого необходимо нажать кнопку «Все зоны». Введенные номера зон и групп вещания отображаются на дисплее консоли в соответствующих строках. Допускается одновременное звуковое вещание в несколько зон и групп, для этого необходимо повторить действия п.п. 1) и 2) для каждой зоны или группы. Введенные номера зон и групп отображаются на дисплее через пробел. Линии зон, находящиеся в аварии включить для вещания не возможно. Если линия вводимой зоны находится в аварии, то она не включается, а на консоли загорается индикатор «Авария». 3) Включить звуковое вещание кнопкой «Трансляция». В зависимости от установки переключателя №4 на задней панели консоли, возможны два варианта работы кнопки «Трансляция»: а) если переключатель не включен, то кнопку «Трансляция» 14 надо нажать и удерживать на все время вещания; б) если переключатель включен, то для включения вещания кнопку «Трансляция» необходимо нажать и опустить. При изменении положения переключателя №4, определяющего вариант работы кнопки «Трансляция», изменения вступают в силу только после перезагрузки консоли (откл./вкл. питания). При включении вещания с удаленной консоли, Прибор включает питание 220В на усилитель мощности, включает реле и индикаторы требуемых зон вещания, включает коммутатор звуковых сигналов на трансляцию звуковых сигналов от консоли, на консоли загорается индикатор «Трансляция». 4) Для выключения звукового вещания необходимо: а) отпустить кнопку «Трансляция» (если переключатель № 4 не включен); б) повторно нажать и опустить кнопку «Трансляция» (если переключатель № 4 включен) или нажать кнопку «Сброс». При этом прибор выключает коммутатор звуковых сигналов и зоны вещания, индикатор «Трансляция» на консоли гаснет. Питание усилителя остается включенным еще около 30 сек. Если за это время с удаленной консоли не поступит других команд, то питание усилителя будет выключено. Если в момент включения режима «Звуковое вещание с удаленной консоли» прибор находился в режиме «Звуковое вещание», то он запомнит текущие настройки вещания (включенные зоны и выбранный источник звука). При прекращении вещания с удаленной консоли, прибор вернется в режим «Звуковое вещание» с сохраненными настройками. В случае обращения к прибору с удаленной консоли в момент, когда прибор находится в режиме с приоритетом большим, чем режим «Звукового вещания», на консоль возвращается команда «Занято», на панели консоли загорается соответствующий индикатор. С удаленной консоли возможна передача на прибора управления команды «Сброс». Для передачи команды «Сброс» на удаленной консоли необходимо набрать код 69 и нажать кнопку «Сброс».

Режим «Трансляция МЧС». Это режим трансляции сообщений, поступающих на вход «МЧС» Прибора во все зоны. Стыковка прибора с системой оповещения МЧС, развернутой на объекте, выполняется через специальное устройство – блок централизованного запуска МЧС. Вход в режим «Трансляция МЧС» выполняется по команде, поступающей от БЦЗ, на вход управления МЧС прибора. Команда представляет собой замыкание контактов

«Упр.» на входе «МЧС» прибора на все время трансляции. В режиме «Трансляция МЧС» прибор управления включает основное и резервное питание усилителя мощности, включает все линии звукового оповещения и коммутирует сигнал от входа МЧС «Звук» на линейный выход прибора. При этом загораются индикаторы «Оповещение» всех зон и индикатор «МЧС» на передней панели прибора. Реле световых знаков безопасности в режиме «Трансляция МЧС» не включаются. Работа реле на разъеме «Эвакуационные выходы и освещение» в режиме «Трансляция МЧС» определяется введенными при программировании установками. По умолчанию «Реле 1» используется как обобщенный выходы «Авария», а «Реле 2» как обобщенный выход «Пуск». В этом случае «Реле 2» может быть использовано для квитирования включения. Выход из режима «Трансляция МЧС» в «Дежурный режим» выполняется автоматически, по завершению команды МЧС (размыкание контактов на входе «Упр.» прибора). Переход прибора в «Дежурный режим» также возможен путем нажатия кнопки «Сброс» на передней панели прибора. Однако, если команда МЧС на входе «Упр.» сохраняется, прибор включится в режим «Трансляция МЧС» повторно. В этом случае оператор может прекратить трансляцию сигналов МЧС нажатием кнопки «Звук выключен». Или дать дополнительные голосовые инструкции через микрофон, для этого надо нажать кнопку «Микрофон». Если в момент включения режима «Трансляция МЧС» прибор находился в режиме «Звуковое вещание», то он запомнит текущие настройки вещания (включенные зоны и выбранный источник звука). При завершении команды МЧС, прибор вернется в режим «Звуковое вещание» с сохраненными настройками. Режим «Трансляции МЧС» имеет более высокий приоритет по сравнению с «Дежурным режимом» и режимами звукового вещания, но более низкий приоритет, чем режимы «Экстренного запуска» и «Тревога».

Режим «Экстренный запуск». В этом режиме выполняется трансляция во все зоны сигналов сирены. Вход в режим выполняется нажатием кнопки «Экстренный запуск» на передней панели прибора, что подтверждается загоранием индикаторов «Экстренный запуск» и «Оповещение зон». В режиме «Экстренный запуск» прибор включает основное и резервное питание усилителя мощности, включает все линии звукового и светового оповещения, коммутирует сигнал от внутреннего генератора сирены на линейный выход Прибора. Также прибор включает эвакуационное освещение и разблокирует замки эвакуационных выходов (или реле «Пуск»). При необходимости, оператор имеет возможность дать во все зоны дополнительные голосовые инструкции через микрофон. Для этого надо нажать кнопку «Микфон». Выход из режима «Экстренный запуск» в «Дежурный режим» выполняется путем нажатия кнопки «Сброс» на передней панели прибора. Режим «Экстренный запуск» имеет более высокий приоритет по сравнению с режимом «Трансляции МЧС», а также с «Дежурным режимом» и режимами звукового вещания, но более низкий приоритет, чем «Режим тревоги».

Режим «Тревога». В этом режиме прибор обеспечивает оповещение объекта в автоматическом режиме в зависимости от места возгорания и в

соответствии с установленным в нем алгоритмом. Вход в режим «Тревога» возможен двумя способами: 1) получением «Командного сигнала» от ППКП (замыкания) на любом из «Входов сигнализации» прибора; 2) поступлением «Командного сигнала» от ППКП или сопряженной с прибором комплексной системы безопасности через последовательный порт «RS485» (специальная команда с информацией о возгорании в конкретной зоне). Индикация в режиме «Тревога»: – горят индикатор «Тревога» и «Автомат»; – индикаторы «Входы тревоги» указывают зону, на вход которой был получен командный сигнал; 16 – индикаторы «Оповещение зон» указывают зоны, в которых включено оповещение; Последовательность работы прибора в режиме «Тревога»: 1) после получения «командного сигнала», сразу включается индикатор режима «Тревога» и индикаторы входов, на которые поступил сигнал о возгорании; 2) включаются реле основного и резервного питания усилителя мощности; 3) включается реле и индикаторы оповещения зон персонала, в зоны персонала транслируется специальное сообщение для персонала. Оповещение персонала выполняется в течение времени, установленного в режиме программирования прибора; 4) включается реле эвакуационного освещения и замков эвакуационных выходов, включаются реле звукового и светового оповещения зон высокой опасности и соответствующие им индикаторы. В зоны транслируется сообщение об эвакуации, соответствующее месту возгорания. Оповещение зон высокой опасности выполняется в течение времени, установленного в режиме программирования Прибора; 5) включается реле и индикаторы оповещения зон «меньшей опасности», оповещение выполняется в течение времени, установленного в режиме программирования Прибора; 6) включается оповещение остальных зон. Выход из режима «Тревога» в «Дежурный режим» выполняется нажатием кнопки «Сброс». Однако, если замыкание на любом из «Входов сигнализации» сохраняется, прибор включится в режим «Тревога» повторно и начнет оповещение персонала. В этом случае необходимо нажать кнопку «Звук выключен» и прекратить подачу сигналов звукового оповещения в зоны. Также возможно нажать кнопку «Микрофон» и дать через микрофон необходимое сообщение. Режим «Тревога» имеет высший приоритет по сравнению с остальными режимами работы прибора.

Коммутация звуковых сигналов. Прибор имеет встроенный, управляемый автоматически коммутатор звуковых сигналов. Кроме того, управление коммутатором возможно оператором при помощи кнопок «Автомат», «Звук выключен» и «Микрофон». В зависимости от режима работы прибора и состояния звукового коммутатора к линейному выходу подключаются следующие источники звука; Источники звука, подключаемые к линейному выходу прибора «Тромбон – ПУ-М». Режим работы «Тромбон – ПУ-М»
Приоритет режима состояние звукового коммутатора «Автомат», «Звук выключен», «Микрофон», «Тревога» 1 (высший), Магнитофон. Нет звука
Микрофон «Экстренный запуск» 2 Генератор сирены «Трансляция МЧС» 3 Вход МЧС «Трансляция» с уд. консоли 4 Удаленная консоль «Трансляция» 5
Линейный вход Дежурный режим 6 (низший) Нет звука Режим

программирования нет. Нет звука *Ручное управление звуковым коммутатором возможно в любом режиме работы Прибора, кроме дежурного режима и режима программирования. Однако, несмотря на приоритет ручного управления, 17 сигналы от ППКП на входах тревоги, команда МЧС, обращения с удаленных консолей, команды «Экстренный запуск» и «Сброс» автоматически переведут звуковой коммутатор прибора в состояние «Автомат». После этого возможность управления звуковым коммутатором опять будет отдана оператору. Т.е. не зависимо от положения звукового коммутатора, оповещение всегда начнется с переключения коммутатора в положение «Автомат».

Усилитель мощности трансляционный «Тромбон - УМ4-120» предназначен для использования в составе систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях. Усилитель может быть использован для усиления звуковых сигналов в системах трансляционного вещания различных зданий (рис 3.7)



Рис.3.7. Усилитель мощности трансляционный «Тромбон - УМ4-120»

Усилитель выполняет усиление звуковых сигналов. Для подключения источников звуковых сигналов у Усилителя имеются четыре входа: «Линейный вход 1», «Линейный вход 2», «Вход оповещения», «Микрофон». Для каскадного соединения усилителей в системе оповещения усилитель имеет «Выход оповещения». Усилитель имеет регуляторы уровня сигнала по всем входам, регулировку общей громкости, кроме входа «Оповещение». Вход «Оповещение» никаких регулировок не имеет. Нагрузка подключают к клеммам «0» и одной из клемм «30В», «70В», «100В» или «120В» в зависимости от используемого напряжения.

Речевые охранно-пожарные оповещатели серии «Глагол» предназначены для воспроизведения голосовых сообщений и специальных сигналов (сирена) в системах пожарного оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), а также речевой информации и фоновой музыки в системах громкоговорящей связи, звукоусиления и трансляции (рис 3.8).

Оповещатели серии «Глагол» имеют возможность подключения к линиям оповещения с напряжениями 30В и 100В.

Диапазон воспроизводимых частот составляет от 90 до 16000 Гц. Неравномерность АЧХ в диапазоне от 500 до 500 Гц составляет не более 3 дБ. Небольшой размер и нейтральная цветовая гамма подходят для использования в любых помещениях (учебных заведениях, офисах, больницах, торговых и выставочных центрах, гостиницах, вокзалах, аэропортах, предприятиях сферы услуг и т.д.).



Рис 3.8. Речевой оповещатель серии «Глагол»

БЛОКИ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ И КОММУТАЦИИ «ТРОМБОН – БП-07», «ТРОМБОН – БП-14», «ТРОМБОН – БП-21».(рис 3.9)

Блоки резервного питания и коммутации «Тромбон – БП-07», «Тромбоне – БП-14» и «Тромбон – БП-21» предназначены для обеспечения резервным низковольтным электропитанием усилителей мощности и других технических средств, входящих в состав системы оповещения и управления эвакуацией. Блоки имеют встроенную аккумуляторную батарею, систему заряда и контроля аккумуляторов с индикацией состояния батареи и напряжения сети. В блоки встроены реле для коммутации основного и резервного питания усилителей мощности и других устройств.



Рис.3.9. Блок резервного питания



Рис. 3.10. Вызывная панель «Тромбон - ВП»

Вызывная панель «Тромбон - ВП» (далее ВП) предназначена для использования в составе систем оповещения людей о пожаре и используется совместно с прибором «Тромбон - БС-16» (БС).



Рис. 3.11. Блок селектора БС-16

Блок селектора предназначен для обеспечения двухсторонней речевой связи между постом-диспетчерской и зонами пожарного оповещения. Устройство селектора состоит из блока селектора у диспетчера и вызывных

панелей в зонах оповещения. Снабжен микрофоном-тангентой. Блок селектора связан с вызывной панелью 4-проводной линией связи. «Тромбон - БС-16» обеспечивает питанием вызывную панель «Тромбон - ВП» (рис. 3.11).

Пример. Линия под напряжением 60 В, протяженность линии 450 м, мощность 150 Вт, максимальное падение напряжения в линии 10 В. Рассчитать сечение кабеля системы пожарного оповещения.

Решение:

Сечение кабеля для системы пожарного оповещения определяем как:

$$S = \frac{\rho \times L \times P}{U \times U_{пад}} = \frac{0,0175 \times 450 \times 150}{60 \times 10} = 2 \text{ мм}^2 \quad (3.1)$$

Ответ: Сечение кабеля для системы пожарного оповещения принимаем равным 2 мм².

3.2. Интегрированные системы безопасности «КОДОС»

ИСБ КОДОС – предназначена для построения систем комплексной физической защиты объектов различного назначения, в том числе крупных предприятий и распределенных объектов. ИСБ является интеллектуальной компьютерной системой с широкими функциями управления доступом и охранной сигнализацией интегрированными на программно-аппаратном уровне.

Особенностью системы является распределение выполнения основных функций системы по периферийным устройствам - контроллерам, что приводит к увеличению живучести и надежности системы, автономности работы периферийных устройств при нарушении связи с устройствами более высокого уровня (контроллеры в автономном режиме полностью выполняют все свои функции). Подсистемы ИСБ КОДОС могут быть объединены вычислительной сетью Ethernet, что позволяет иметь широкие возможности по удалённому управлению и мониторингу различных устройств комплекса, создавать системы с открытой архитектурой и реализовывать в небольших комплексах все возможности крупных систем. Область применения: комплексное обеспечение безопасности объектов различного уровня сложности.

Комплекс «КОДОС» – многофункциональная программно-аппаратная система с общей информационной средой. Она применима на самых разнообразных предприятиях независимо от их площади и вида деятельности, расположения и численности персонала: от небольших объектов (склады, офисы, музеи, аптеки, магазины, автостоянки, бензоколонки) до крупных промышленных и административных учреждений (заводы, банки, электростанции, научные и образовательные центры, универсамы, гостиницы, вокзалы и т.п.)

Модульно-блочная архитектура и гибкость программного обеспечения (ПО) позволяют устанавливать интегрированный комплекс «КОДОС» в оптимальной конфигурации, определяемой конкретными задачами и

финансовыми возможностями. В дальнейшем, при увеличении территории объекта или круга задач по обеспечению его охраны, конфигурация комплекса может быть расширена без его переоснащения. (Рис.3.12)

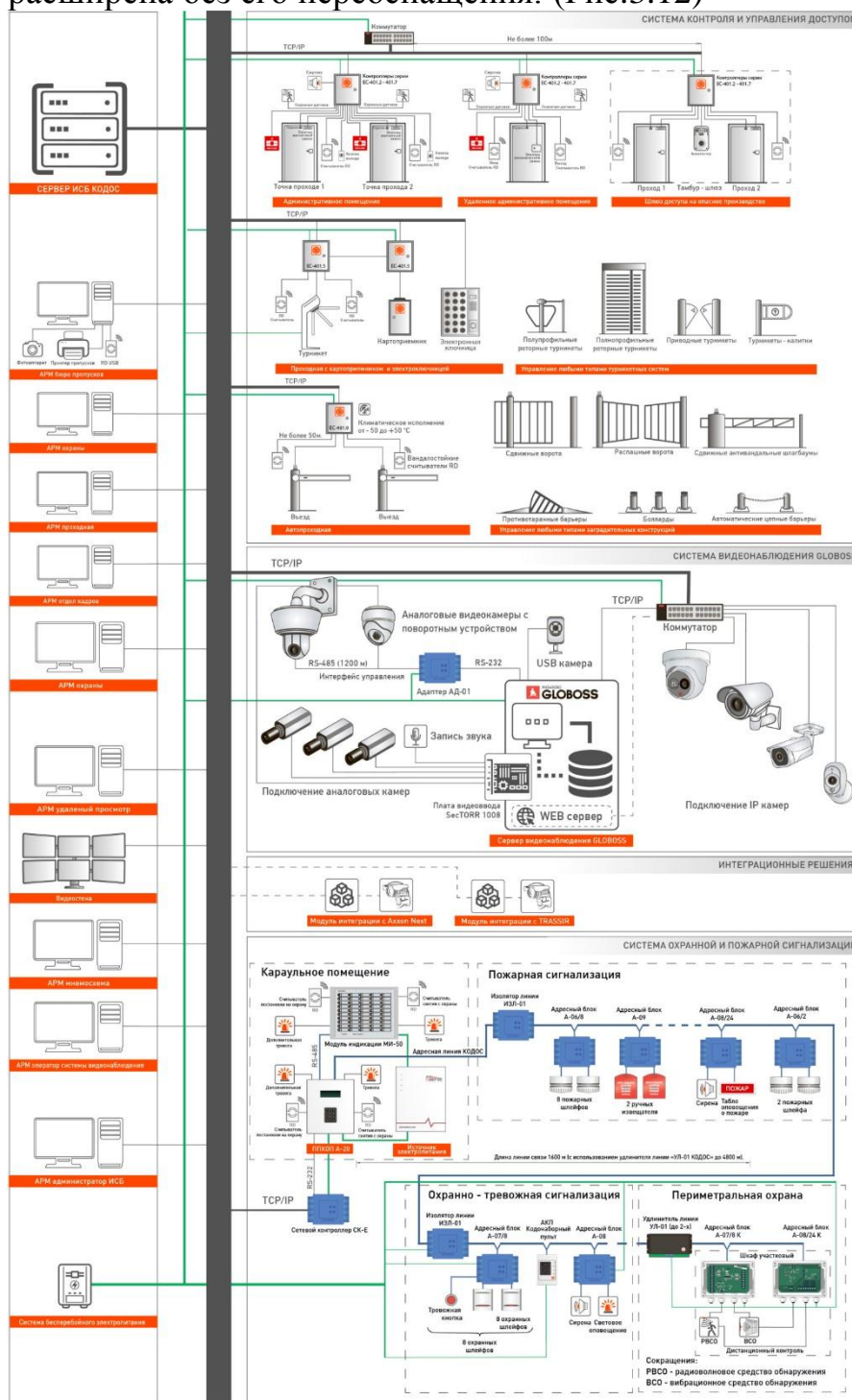


Рис. 3.12. Комплекс «КОДОС» – многофункциональная программно-аппаратная система

Комплекс «КОДОС» интегрирует работу следующих систем:

1. Охранной и пожарной сигнализации.
2. Контроля и управления доступом.
3. Охранного телевидения.

4. Жизнеобеспечения объекта.

Возможности ИСБ «КОДОС»: использование детектора движения системы видеонаблюдения как датчика охранной сигнализации; включение видеокамеры по любому событию (тревога, попытка прохода по запрещенной карте и т.д.); включение просмотра видеоизображения с планов этажей, вывод окна видео с кнопками записи и воспроизведения; возможность скрытой видеозаписи, включаемой владельцем помещения; круглосуточный контроль и управление доступом на охраняемые объекты с учетом полномочий каждого работника предприятия;

автоматическое отслеживание передвижения людей и транспортных средств; наблюдение и запись событий, происходящих на любом участке объекта, в режиме прямой видео- и аудиотрансляции, просмотр и распечатка кадров из видеоархива; оповещение о чрезвычайных происшествиях в момент их возникновения; управление системами жизнеобеспечения (вентиляцией, освещением, пожаротушением и т.п.); возможность управления системами комплекса с удаленных объектов через локальную сеть или Интернет.

Каждая из подсистем и даже отдельные их элементы способны работать в автономном режиме, что повышает надежность интегрированной системы в целом. В то же время совместное использование систем разного направления увеличивает степень защищенности объекта, повышает надежность и эффективность работы службы безопасности. С одного персонального компьютера оператор может открывать и закрывать двери и шлагбаумы, контролировать пожарные датчики и устройства пожаротушения, управлять работой кондиционеров и освещения, а также вести теленаблюдение за охраняемым объектом.

При эксплуатации всех систем пользователю (охраннику, оператору, администратору) необходимы лишь минимальные знания по работе с компьютером в операционной системе Windows.

Большая часть функций может выполняться системой в автоматическом режиме без участия сотрудников службы безопасности. При этом комплекс фиксирует все происходящие события (включая действия охраны), ведет видеозапись (синхронно со звуком) и рассылает по заданным адресам e-mail и мобильным телефонам тревожные сообщения. Руководящие сотрудники могут осуществлять контроль и управление объектом, находясь от него за десятки километров, а при желании – из любой точки мира.

Особенностью комплекса «КОДОС» является задание правил реагирования системы на те или иные события. К примеру, для модуля СКУД при «считывании запрещенной карты на входе» можно предусмотреть «привести в действие исполнительное устройство» звукового оповещения (сирены) модуля ОПС. А при наличии в системе модуля видеонаблюдения то же событие может быть связано с включением видеокамеры на запись

Система охранно-пожарной сигнализации (ОПС) «КОДОС» предназначена для контроля за охранно-пожарной обстановкой на объекте и управления исполнительными устройствами (системами пожаротушения,

дымоудаления, оповещения и т.д.). Основным устройством системы является прибор приемно-контрольный охранно-пожарный ППКОП 01059-42/126-1 «КОДОС А-20».

Применение ПК упрощает работу операторов по управлению системой, позволяет восстанавливать и изменять ее конфигурацию и настройки, а также обновлять микропрограмму прибора.

Прибор подключается к компьютеру через СОМ-порт ПК (связь по интерфейсу RS-232) либо напрямую, либо через систему адаптеров «КОДОС АД-01», преобразующих сигналы из протокола RS-232 в RS-485 и обратно. Протяженность линии связи по RS-232 – до 10 метров, а по RS-485 – до 1200 м.

Применение адаптеров АД-01 позволяет не только увеличить протяженность линии связи с ПК, но и подключить к одному компьютеру несколько приборов А-20.

Состав программного обеспечения «КОДОС-ОПС»:

Базовая программа. Обеспечивает обмен данными между ПК и ППКОП «КОДОС А-20», поддержку работы с программными модулями и базой данных, защищает доступ к управлению системой паролями.

Модуль вывода графических планов объекта. Предназначен для прорисовки в окне базовой программы плана охраняемого объекта с целью визуального контроля состояния датчиков.

Модуль контроля охранно-пожарных датчиков. Позволяет оператору с ПК ставить/снимать зоны с охраны, включать/выключать каналы управления, создавать и управлять группами зон и каналов, работать с архивом событий.

Программа настройки систем «КОДОС» (Конфигуратор).

ПО «КОДОС-ОПС» предоставляет следующие возможности: значительное упрощение процесса конфигурирования системы ОПС, изменения ее текущей конфигурации, настройки оборудования;

удобный интерфейс ввода и редактирования информации об операторах системы;

графическое отображение планов объекта, расположения извещателей, их состояния, расположения средств пожаротушения, путей эвакуации. Фильтры отображения извещателей позволяют показывать на планах все датчики, или только датчики пожарные, или только охранные датчики;

кнопочный интерфейс для текущего управления работой системы (поставить зону на охрану, включить канал управления, снять тревогу и т.д.);

естественный мониторинг происходящих в системе событий, отдельно для охранной и пожарной подсистем;

значительное расширение архива событий (до 500 тыс.);

распечатка архивов событий, экспорт архивной информации в другие программы.

ОПС «КОДОС» – адресная система, построенная на базе ППКОП «КОДОС А-20». К прибору А-20 подключается линия связи (адресная линия), к которой, в свою очередь, подключаются устройства, имеющие аппаратные адреса (адресные блоки). Эти адреса служат для идентификации блоков в системе.

Каждый блок контролирует несколько охранных (пожарных) зон или несколько каналов управления. Прибор поочередно опрашивает адресные блоки и считывает состояние зон и каналов.

Питание адресных блоков, как правило, осуществляется по той же самой двухпроводной линии, что и связь. В состав системы могут входить адресные блоки А-06, А-06/8 (для подключения пожарных извещателей), А-07, А-07/8 (для подключения охранных датчиков), А-08 (для подключения исполнительных устройств), А-09 (для подключения пожарных ручных извещателей), кодонаборные пульта АКП, модули индикации МИ-50, считыватели постановки/снятия зон с охраны, удлинители линии связи УЛ-01, изоляторы линии ИЗЛ-01.

Система осуществляет контроль четырех состояний (норма, тревога, короткое замыкание и обрыв) как пожарных, так и охранных зон. В системе возможно использование компьютера (связь с «КОДОС А-20» осуществляется по протоколу RS-232 или RS-485). К одному компьютеру может быть подключено до 64 ППКОП. Расстояние между компьютером и ППКОП, без использования специальных модемов, до 1200м (RS-485). При использовании в системе специальных модемов расстояние между ППКОП и компьютером практически не ограничено. Расстояние между ППКОП и адресными блоками до 1600м (с удлинителями линии до 6000м). К одному «КОДОС А-20» могут подключаться до 8-ми модулей индикации «КОДОС МИ-50». Модули индикации позволяют организовать дополнительные места контроля и управления системой. Связь между ППКОП и «КОДОС МИ-50» осуществляется по протоколу RS-485, расстояние между ними может достигать 1200м.

Адресная панель А-20 (Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный)



Рис.3.13. ППКОП А-20

Функциональные возможности.

Автоматическое определение подключенных адресных блоков.

Защита настроек системы паролями. Объединение в разделы. Отложенное срабатывание зоны и отложенная постановка зоны на охрану. Управление исполнительными устройствами / каналами. Объединение зон в группы и конфигурирование зон, управляющих каналами. Постановка / снятие с охраны разделов картой и с АКП. Обновление микропрограммы. Включение sireны и передача сигнала тревоги на пульт центрального наблюдения.

Дополнительные функции системы при работе ППКОП «КОДОС А-20» с компьютером. Графическое отображение планов объекта, расположения извещателей, их состояния, расположения средств пожаротушения, путей эвакуации. Фильтры отображения извещателей (показать только пожарные и т.п.). Распечатка архивов событий, импорт в другие программы.

Интеграция с другими системами (СКУД, Видео). Возможность реализации правил (при выходе всех из помещения поставить на охрану, при срабатывании извещателя включить видеозапись и т.д.) Возможность удаленного управления системой в целом и ППКОП «КОДОС А-20» в частности (через Интернет, по локальной сети, через телефонные каналы) Статистический учет срабатываний извещателей (ложные срабатывания, попытки проникновения и пр.) Возможность объединения нескольких ППКОП в единую систему для оперативного контроля за ситуацией на объекте (до 64 к одному компьютеру; количество компьютеров, а соответственно и ППКОП, в системе практически не ограничено).

Возможность значительного расширения архива событий (до 500 тыс. событий). Дополнительные функции системы при работе ППКОП «КОДОС А-20» с модулем индикации «КОДОС МИ-50». Постановка/ снятие с охраны зон (групп зон) с помощью бесконтактных карт (считыватели бесконтактных карт подключаются к модулю индикации). Визуальное наблюдение за состоянием зон (один модуль индикации, с помощью светодиодов, отображает состояние 50-ти зон). Организация разнесенных (до 1200м) постов службы безопасности (к одному ППКОП подключается до восьми «КОДОС МИ-50»). С помощью одного модуля индикации можно управлять двумя исполнительными устройствами (модуль индикации имеет два управляющих выхода).

Технические характеристики.

Ток потребления при напряжении питания 12В – не более 2 А

Число подключаемых адресных блоков – до 50

Максимальное число зон – 200. Каналов управления – до 100. Паролей пользователей – 256. Число событий, удерживаемых в энергонезависимой памяти – 7500. Линия связи с адресными блоками – двухпроводная. Протокол связи с адресными блоками – специализированный. Протокол связи с компьютером – RS-232/RS-485.

Длина линии связи от прибора до адресного блока (без удлинителя линии связи) – до 1600 м. Длина линии связи от прибора до адресного блока (при использовании удлинителя линии) – до 4800 м. Амплитуда напряжения в линии связи с адресными блоками – $23 \pm 0,5$ В. Число подключаемых к прибору считывателей карт постановки (снятия) зон на охрану – 2. Длина линии связи от прибора до считывателя – не более 50 м

Максимальное число паролей пользователей, карт пользователей, вариантов групповой постановки датчиков на охрану – 256. Число подключаемых модулей индикации – не более 8. Длина линии связи от прибора до модуля индикации – не более 1200 м (RS-485). Ток потребления сирены – не более 1 А

Модуль индикации МИ-50



Рис. 3.14. Модуль МИ-50

Функциональные возможности.

Индикация состояния (норма, обрыв, тревога, короткое замыкание) 50-ти шлейфов с помощью светодиодов, по два на каждый шлейф. Увеличение суммарного количества управляющих выходов в системе и уменьшение затрат на монтаж и расходные материалы за счет двух каналов управления исполнительными устройствами (рис 3.14.).

Подключение считывателей для постановки / снятия зон с охраны с помощью бесконтактных кодоносителей. Два тревожных выхода с «сухими контактами» реле для подключения исполнительных устройств (например, сирен). Подключение к ППКОП до восьми МИ-50.

Технические характеристики.

Напряжение питания – 9-15 В Ток потребления – не более 600 мА

Число отображаемых зон и каналов – 50 Число управляющих выходов – 2

Число подключаемых считывателей – 2 Протокол связи с ППКОП «КОДОС А-20» – RS-485

Адресный блок АКП



Рис. 3.15. Клавиатура ввода

Функциональные возможности. Клавиатура ввода (Рис3.15).

Датчик вскрытия корпуса. Звуковое оповещение о попытке вскрытия корпуса. Постановка / снятие зон с охраны путем ввода определенного кода. Подключение к ППКОП до 49 адресных блоков типа АКП.

Технические характеристики.

Напряжение линии связи – 18-24 В. Ток потребления от адресной линии – не более 3,0 мА. Питание адресного блока и информация передается по двухпроводной линии связи.

Адресный блок А-06/2



Рис. 3.16. Адресный блок А-06/2

Функциональные возможности.

Контроль за двумя пожарными шлейфами (Рис.3.16).

Передача на центральную панель сообщений: норма, тревога, короткое замыкание и обрыв шлейфа. Подключение к ППКОП до 50 адресных блоков типа А-06. При срабатывании тревоги и увеличении тока потребления шлейф обесточивается и происходит сброс датчиков, таким образом система защищена от ложных срабатываний при помехах.

Технические характеристики.

Напряжение в линии связи – 18-24 В; Напряжение контрольного шлейфа – не менее 16 В; Сопротивление контрольного шлейфа – не более 1000 Ом; Суммарный ток потребления датчиков одного шлейфа, не более - 0,5мА;

Сопротивление утечки контрольного шлейфа – не менее 50 кОм; Ток потребления – не более 5,5 мА; Питание адресного блока и информация передается по двухпроводной линии связи.

Адресный блок А-06/8



Рис. 3.17. Адресный блок А-06/8

Функциональные возможности.

Снабжен датчиком вскрытия корпуса (рис.3.17).

Контроль за восемью пожарными шлейфами. К каждому шлейфу подключается один или несколько токопотребляющих извещателей типа ИП-212 с суммарным током не более 0,35 мА .

Передача на центральную панель сообщений: норма, тревога, короткое замыкание и обрыв шлейфа. Подключение к ППКОП до 25 адресных блоков типа А-06/8. Контролирует до 200 зон. Питание от линии связи или от внешнего источника питания.

Технические характеристики.

Напряжение в линии связи – 18-24 В. Напряжение питания от внешнего источника – 16-24 В. Сопротивление контрольного шлейфа – не более 1000 Ом

Суммарный ток потребления датчиков одного шлейфа, не более - 0,5мА.
Сопротивление утечки контрольного шлейфа – не менее 50 кОм.
Длина пожарного шлейфа – не более 100 м. Ток потребления – не более 20 мА.

Адресный блок управления А-08/24



Рис. 3.17. Адресный блок управления А-08/24

Функциональные возможности.

Релейные выходы для управления исполнительными устройствами напряжением 24 В. Контроль включения нагрузки (Рис3.17).

Имеет внешнее питание 12-24 В, исключая возможность сброса управляющего сигнала при обрыве линии связи с панелью «КОДОС А-20»

Подключение к ППКОП до 49 адресных блоков типа А-08/24

Технические характеристики.

Протокол связи с прибором «КОДОС А-20» - специализированный.

Амплитуда напряжения в линии связи, В, - 18 .. 24. Протяженность линии связи, м, - не более 1600. Ток потребления от источника постоянного напряжения 24В, мА, - не более 3. Количество управляющих выходов - 2. Напряжение питания, В, - 9 .. 30. Коммутируемое напряжение на выходных клеммах каналов управления, В, - 0 .. 30. Ток в канале управления во включенном состоянии, А, - не более 5.

Длина кабеля канала управления, м, - не более 15. Выход - релейный: НЗ, НО.

Адресный блок управления А-08/220А



Рис. 3.18. Адресный блок управления А-08/220А

Функциональные возможности.

Изолированный канал для управления исполнительными устройствами напряжением ~220 В. Контроль включения нагрузки. Имеет внешнее питание 12-24 В, исключая возможность сброса управляющего сигнала при обрыве

линии связи с панелью «КОДОС А-20». Выход – симисторные выходные каскады. Подключение к ППКОП до 49 адресных блоков типа А-08/220А.

Технические характеристики.

Напряжение в линии связи – 18-24 В. Напряжение источника внешнего питания – 16-24 В. Максимальная мощность нагрузки – 500 Вт. Напряжение в управляющем канале – не более ~220 В. Ток управляющего канала – не более 2500 мА. Ток потребления от адресной линии – не более 1,0 мА.

Удлиннитель линии УЛ-01



Рис. 3.19. Удлиннитель линии УЛ-01

Функциональные возможности.

Контроль за состоянием луча линии связи (отсутствие или наличие короткого замыкания). Отключение части линии связи, находящейся за изолятором, в случае наличия на ней короткого замыкания.

Технические характеристики.

Амплитуда напряжения в линии связи – 18-24 В. Ток потребления в дежурном режиме – не более 1,5 мА. Ток потребления в режиме срабатывания защиты – не более 10 мА. Количество адресных блоков на выходной линии – от 3 до 30

Изолятор линии ИЗЛ-01



Рис. 3.20. Изолятор линии ИЗЛ-01

Функциональные возможности.

Предназначен для увеличения длины линии связи с ППКОП. Обеспечивает гальваническую развязку линии связи. Питается от внешнего источника.

Технические характеристики.

Напряжение питания – 9-15 В. Ток потребления – не более 1,5 А.

Максимальное удаление адресного блока, подключенного после удлинителя линии – 2000 м (в зависимости от типа провода).

Система управления контроля и доступом. СКД Офис-2000-6/12



Рис. 3.21. СКД Офис-2000-6/12

Контроллер «ОФИС 2000» – выгодное решение для контроля и управления доступом, а также для обеспечения охраны объекта. Контроллер работает в автономном режиме и предназначен для управления замками и защёлками.

Рекомендуется подключать к контроллеру «ОФИС-2000» считыватель «КОДОС RD-ОФИС», который поставляется в комплекте с контроллером по специальной цене.

В обычном режиме контроллер поддерживает работу системы контроля и управления доступом. После нажатия кнопки постановки на охрану контроллер «ОФИС 2000» функционирует как охранная система до тех пор, пока к считывателю не будет поднесен разрешенный ключ. Благодаря возможности работы в двух режимах (контроль доступа и охрана объекта), контроллер «ОФИС 2000» идеально подходит для отдельных кабинетов или непроходных помещений.

При переходе на аварийное питание контроллер переходит в экономичный режим, благодаря чему время работы системы при автономном питании может быть увеличено в 3-4 раза.

Функциональные возможности.

Возможность подключения кнопки постановки на охрану. Подключение считывателя серии «КОДОС RD» (рекомендуется «КОДОС RD-ОФИС»). Открытие замка с помощью бесконтактной карты или кнопки. Выдача тревожного сигнала на устройство оповещения при срабатывании охранного датчика (попытка несанкционированного прохода, пожар и т.п.). Оперативное добавление / удаление из списка разрешенных кодоносителей (с помощью мастер-карты). Возможность перехода контроллера в режим экономичного энергопотребления.

Технические характеристики.

Питание контроллера осуществляется от сети 12В. Ток потребления – не более 0,11 А. Протокол связи со считывателем – 2-WIRE. Длина линии связи со считывателем – не более 50 м. Число пользователей – до 500.

Стражник-1040



Рис. 3.22. Стражник-1040

«Стражник» позволяет решить проблему защиты помещений от входа посторонних лиц.

«Стражник» устанавливается рядом с дверью, которая закрыта для общего прохода. При поднесении разрешенного ключа потребуются менее секунды, чтобы открыть запертую дверь. Считыватель и ключ обмениваются информацией посредством индуктивной связи, что позволяет монтировать считыватель в стену, под наличник двери, во внутреннюю часть двери и т.п.

Функциональные возможности.

Автономный контроллер, совмещенный со считывателем в одном небольшом корпусе. Открытие замка с помощью бесконтактной карты. Подключение электромеханического замка или защелки. Выдача тревожного сигнала на устройство оповещения при срабатывании охранного датчика (попытка несанкционированного прохода, пожар и т.п.) Оперативное добавление / удаление из списка разрешенных кодоносителей (с помощью мастер-карты)

Технические характеристики.

Напряжение питания – 12-15 В .Ток потребления – не более 250 мА .

Ток нагрузки на управляющем выходе – не более 1,5 А. Рабочий диапазон считывания – не менее 40 мм .Число пользователей – до 500.

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение, устройство и принцип работы системы оповещения управления эвакуации людей при пожаре (СОУЭ).

2. Сколько типов системы оповещения управления эвакуации людей при пожаре?

3. Что понимается под зоной пожарного оповещения?

4. Назовите, какие технические средства оповещения входят в состав 4 типа СОУЭ.

5. На основании, какого документа осуществляется проектирование СОУЭ?

6. Как определить тип системы оповещения управления эвакуации людей при пожаре?

7. Что понимается под полуавтоматическим управлением СОУЭ?

8. Дайте определение интегрированной системы безопасности (ИСБ).

9. Какие подсистемы входят в состав ИСБ?

10. Опишите алгоритм взаимодействия подсистем входящие в состав ИСБ.

Задачи для самостоятельного решения

Задача № 1. Линия 100 В, протяженность линии 300 м, мощность 200 Вт, максимальное падение напряжения в линии 15 В. Рассчитать сечение кабеля системы пожарного оповещения.

Задача № 2. Линия 100 В, кабель 0,75 мм, мощность 200 Вт, максимальное падение напряжения в линии 15 В. Рассчитать протяженность линии системы пожарного оповещения.

Задача № 3. Определить потребляемую мощность линии пожарного оповещения, если максимальное падение напряжения в линии составляет 20В, протяженность линии - 320 м. Линия 100 В, кабель 0,5 мм.

Задача № 4. Рассчитать максимальное падение напряжения в линии системы пожарного оповещения протяженностью 480 м. Линия 100 В, кабель 0,75 мм, мощность 80 Вт.

Задача № 5. Определить потребляемую мощность линии пожарного оповещения, если максимальное падение напряжения в линии составляет 10В, протяженность линии - 520 м. Линия 100 В, кабель 0,5 мм.

Задача № 6. Определить максимальное падение напряжения в линии системы пожарного оповещения протяженностью 820 м. Линия 100 В, кабель 0,5 мм, мощность 150 Вт.

Задача № 7. Сделать вывод о возможности применения для системы пожарного оповещения протяженностью 680 м кабеля сечением 0,5 мм². Линия 100 В, мощность 200 Вт, максимальное падение напряжения в линии 15 В.

Задача № 8. Линия 100 В, кабель 0,75 мм, мощность 250 Вт, максимальное падение напряжения в линии 20 В. Определить протяженность линии системы пожарного оповещения.

Задача № 9. Сделать вывод о возможности применения для системы пожарного оповещения протяженностью 795 м кабеля сечением 0,75 мм² Линия 100 В, мощность 150 Вт, максимальное падение напряжения в линии 15 В.

Задача № 10. Линия 100 В, кабель 0,5 мм, мощность 100 Вт, максимальное падение напряжения в линии 10В. Рассчитать протяженность линии системы пожарного оповещения.

Раздел 4. Установки пожаротушения автоматические

Установки пожаротушения – совокупность стационарных технических средств тушения пожара путем выпуска огнетушащего вещества. Установки пожаротушения должны обеспечивать локализацию или ликвидацию пожара. Установки пожаротушения по конструктивному устройству подразделяются на агрегатные и модульные, по степени автоматизации – на автоматические, автоматизированные и ручные, по виду огнетушащего вещества – на водяные, пенные, газовые, порошковые, аэрозольные и комбинированные, по способу тушения – на объемные, поверхностные, локально-объемные и локально-поверхностные.

Тип установки пожаротушения, способ тушения и вид огнетушащего вещества определяются организацией-проектировщиком. При этом установка пожаротушения должна обеспечивать:

- 1) реализацию эффективных технологий пожаротушения, оптимальную инерционность, минимально вредное воздействие на защищаемое оборудование;
- 2) срабатывание в течение времени, не превышающего длительности начальной стадии развития пожара (критического времени свободного развития пожара);
- 3) необходимую интенсивность орошения или удельный расход огнетушащего вещества;
- 4) тушение пожара в целях его ликвидации или локализации в течение времени, необходимого для введения в действие оперативных сил и средств;
- 5) требуемую надежность функционирования.

Автоматические установки пожаротушения должны обеспечивать:

- 1) своевременное обнаружение пожара и запуск автоматической установки пожаротушения;
- 2) подачу воды из оросителей (спринклерных, дренчерных) автоматических установок водяного пожаротушения с требуемой интенсивностью подачи воды;
- 3) подачу пены из пеногенерирующих устройств автоматических установок пенного пожаротушения с требуемыми кратностью и интенсивностью подачи пены.

По способу приведения в действие установок пожаротушения (выпуску огнетушащих веществ) они подразделяются на:

1. ручные (с ручным способом приведения в действие);
2. автоматические.

При этом, все автоматические установки пожаротушения (кроме спринклерных) могут приводиться в действие ручным и автоматическим способами. Спринклерные установки пожаротушения приводятся в действие исключительно автоматически.

Установки пожаротушения в зависимости от принципа тушения (создание огнетушащей среды в объеме защищаемого помещения или воздействие на горящую поверхность) подразделяют на установки объемного и поверхностного пожаротушения.

Отличительной особенностью автоматических установок пожаротушения является выполнение ими одновременно и функций автоматической пожарной сигнализации. В соответствии с этим автоматические установки пожаротушения подразделяются:

1. по конструктивному исполнению — на спринклерные, дренчерные, агрегатные, модульные;
2. по виду огнетушащего вещества — на водяные, пенные, газовые, порошковые.

В основе классификации установок пожаротушения по конструктивному исполнению, лежат конструктивные особенности одного или нескольких составных частей стационарных технических средств. Так например спринклерные установки пожаротушения оборудованы нормально закрытыми спринклерными оросителями, дренчерные установки пожаротушения оборудованы нормально открытыми дренчерными оросителями, модульные установки пожаротушения (не трубопроводные установки с размещением баллонов и пусковых устройств) непосредственно в защищаемом помещении, агрегатные - все технические средства обнаружения пожара, хранения, выпуска и транспортирования огнетушащих веществ представляют собой самостоятельную единицу.

Огнетушащие вещества, прежде всего, подразделяются по своим физико-химическим свойствам, которые позволяют создавать условия для прекращения горения.

По способу пуска установки пожаротушения классифицируются:

1. автоматическая установка пожаротушения с дублирующим ручным пуском (местным и (или) дистанционным);
2. автоматическая установка пожаротушения без дублирующего ручного пуска;
3. ручная установка пожаротушения (с местным и (или) дистанционным пуском).

По способу тушения - на установки:

1. объемного пожаротушения;
2. пожаротушения по площади;
3. локального пожаротушения (по объему, по площади).

По виду огнетушащего средства - на установки:

1. водяного пожаротушения (спринклерная, дренчерная, лафетными стволами);
2. пенного пожаротушения (спринклерная, дренчерная);
3. порошкового пожаротушения;
4. газового (СО, хладонового, азотного, парового и др.); пожаротушения;
5. аэрозольного пожаротушения.

4.1. Автоматические установки водяного и пенного пожаротушения

4.1.1. Классификация установок водяного и пенного пожаротушения

Автоматические установки водяного пожаротушения подразделяются по типу оросителей на спринклерные и дренчерные.

Спринклерные установки подразделяют по типу заполнения подводящего питательного и распределительного трубопроводов водой или воздухом на:

1. водозаполненные (для отапливаемых помещений);
2. воздушные (для неотапливаемых помещений);

Дренчерные установки по виду привода подразделяют на:

1. электрические;
2. гидравлические;
3. пневматические;
4. механические;
5. комбинированные.
6. Установки по времени срабатывания подразделяют на:
7. быстродействующие - продолжительность срабатывания не более 3 с;
8. среднеинерционные - продолжительность срабатывания не более 30 с;
9. инерционные - продолжительность срабатывания свыше 30 с, но не более 180 с.

По продолжительности действия установки подразделяют на:

10. средней продолжительности действия - не более 30 мин;
11. длительного действия - свыше 30 мин, но не более 60 мин.

Автоматические установки пенного пожаротушения классифицируются по:

1. конструктивному исполнению;
2. виду привода;
3. времени срабатывания;
4. способу тушения;
5. продолжительности действия;
6. кратности пены.

Установки пенного пожаротушения по конструктивному исполнению подразделяют, как и водяного, на спринклерные и дренчерные в зависимости от типа оросителей.

Дренчерные установки по виду привода так же подразделяют на электрические, гидравлические, пневматические, механические и комбинированные.

Установки пенного пожаротушения по времени срабатывания имеют аналогичные с водяными параметры быстродействия.

Установки по способу тушения подразделяют на:

1. установки пожаротушения по площади;
2. установки объемного пожаротушения.

Отличительными характеристиками классификации установок пенного пожаротушения от водяного являются параметры продолжительности действия и кратности пены.

По продолжительности действия установки подразделяют на:

1. кратковременного действия - не более 10 мин;
2. средней продолжительности - не более 15 мин;
3. длительного действия - свыше 15 мин, но не более 25 мин.

Установки по кратности пены подразделяют на:

1. установки пожаротушения пеной низкой кратности (от 5 до 20);
2. установки пожаротушения пеной средней кратности (свыше 20 и не более 200).
3. установки пожаротушения пеной высокой кратности (свыше 200).

4.1.2. Классификация модульных автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой

Модульные автоматические установки пожаротушения тонкораспыленной водой (МУПТВ), имеют следующую классификацию. Они подразделяются по виду огнетушащего вещества, инерционности срабатывания, продолжительности действия, типу действия, виду водопитателя.

Огнетушащим веществом МУПТВ является:

1. вода;
2. вода с добавками;
3. газоводяная смесь.

Тонкораспыленная струя огнетушащего вещества представляет собой струю воды со среднеарифметическим диаметром капель до 100 мкм.

По инерционности срабатывания установки подразделяются на:

1. малоинерционные - с инерционностью не более 3 с;
2. среднеинерционные - с инерционностью от 3 до 180 с.

По продолжительности действия - на:

1. кратковременного действия;
2. продолжительного действия.

МУПТВ кратковременного действия является установкой со временем подачи огнетушащего вещества от 1 до 600 с.

По типу действия МУПТВ бывают:

1. непрерывного
2. циклического действия.

В качестве водопитателя МУПТВ выступают:

1. сжатый газ;
2. газогенератор;
3. комбинированный.

4.1.3 Устройство и принцип работы установок водяного и пенного пожаротушения

Типовая схема установки водяного пожаротушения представлена на рис.4.1.1. Установка содержит:

1. Водоисточник;
2. Рабочий насос;
3. Подпитывающий насос (жокей-насос);
4. Резервный насос;
5. Задвижка;
6. Обратный клапан;
7. Электроконтактный манометр для запуска основного насоса;
8. Электроконтактный манометр для остановки жокей-насоса;
9. Электроконтактный манометр для запуска жокей-насоса;
10. Промежуточная мембранная емкость;
11. Электроконтактный манометр для сигнализации о выходе основного насоса на режим;
12. Сигнализатор давления универсальный (СДУ);
13. Распределительный трубопровод;
14. Питающий трубопровод;
15. Электроконтактный манометр для сигнализации об утечке в системе;
16. Подводящий трубопровод;
17. Контрольно-сигнальный клапан;
18. Оросители.

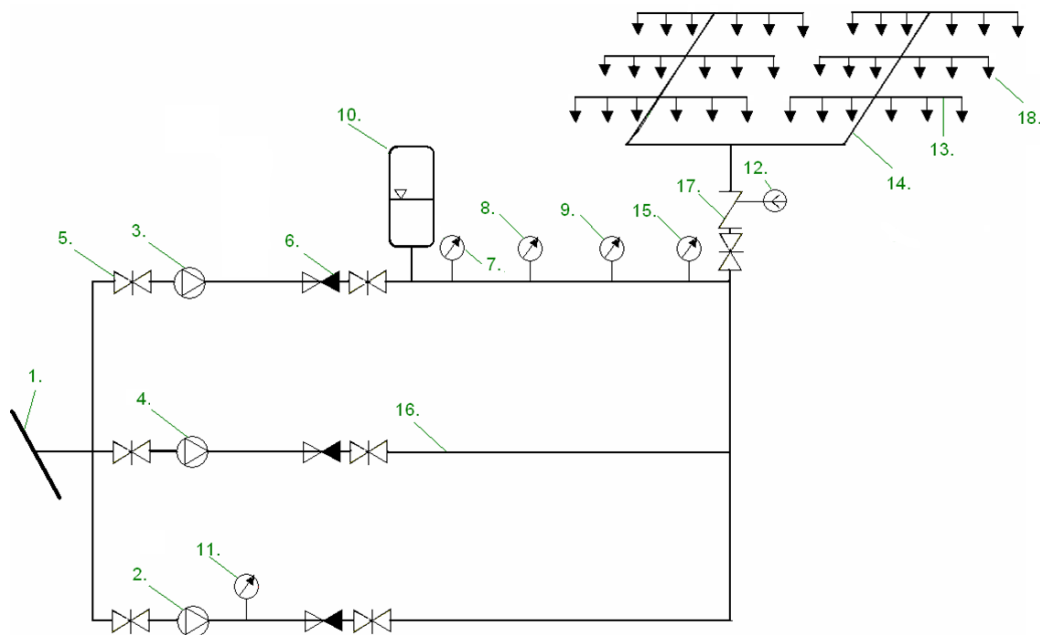


Рис. 4.1. Принципиальная схема автоматической установки водяного пожаротушения

В качестве *водоисточника (1)* (Рис.4.1) для установок водяного пожаротушения может использоваться: городской водопровод, резервуар с необходимым запасом воды или открытый водоем. В случае, когда в качестве водоисточника используется городской водопровод и его параметры могут обеспечить необходимый напор и расход установки насосы повысители не требуются.

Рабочий насос (2) (основной водопитатель) (Рис.4.1), предназначен для обеспечения требуемого расхода и напора огнетушащего вещества в трубопроводах установки в течении нормированного времени. Основные параметры насосов, к которым относится напор и расход, определяются на основании гидравлического расчета. На случай отказа рабочего насоса, всегда предусматривается *резервный насос (4)*.

В качестве насосов применяются одноступенчатые горизонтальные или вертикальные центробежные насосы, с осевым всасывающим патрубком и радиальным напорным патрубком. Насосы могут быть в моноблочном (рис.4.2 а) исполнении или консольные (рис.4.2 б) .

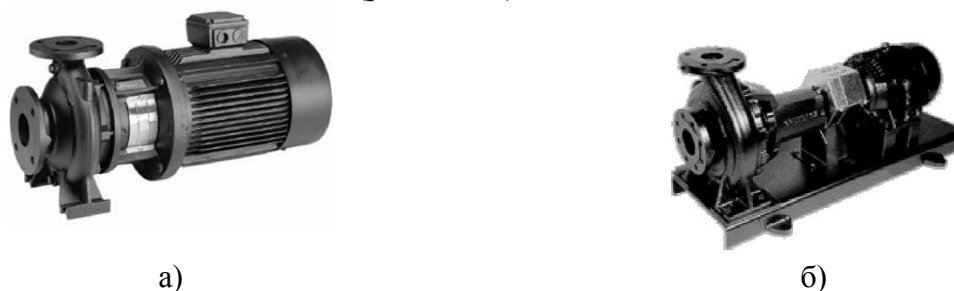


Рис. 4.2. Центробежные насосы: а –консольные; б - моноблочные

Жокей насос (3) (автоматический водопитатель) (Рис.4.1) обеспечивает в трубопроводах установки только давление, которое необходимо для срабатывания узла управления. Для предотвращения частого включения жокей-насоса с целью компенсации утечки воды из системы используется *промежуточная мембранная емкость (10)*. В системе автоматического водоснабжения мембранный бак работает следующим образом: после монтажа системы и подключения к электросети жокей-насос включается и начинает закачивать воду в водяную камеру, при этом объем воздуха, находящегося в воздушной камере, уменьшается в зависимости от величины поступающего объема воды. При уменьшении объема воздуха давление в мембранном баке возрастает. После того, как давление в мембранном баке превысит давление отключения насоса, установленное на реле давления, насос отключается и находится в отключенном состоянии до тех пор, пока давление в системе не упадет из-за разбора воды, после чего насос снова включается, и так далее. Так как давление воздуха уравновешено давлением воды, мембрана постоянно находится в свободном состоянии, не испытывая внутренних напряжений – она как бы плавает между водой и воздухом. Давление в мембранном баке контролируется по манометру. По нему же происходит и настройка реле давления на требуемый рабочий диапазон.

Трубопроводы установки подразделяются на *подводящий* (16) (от основного водопитателя до узла управления), *питающий* (14) (от узла управления до распределительного трубопровода) и *распределительный* (13) (трубопровод с оросителями). Диаметры трубопроводов назначаются или рассчитываются проектировщиком при гидравлическом расчете.

Оросители (18) (Рис.4.1.1) установок водяного пожаротушения предназначены для тушения, локализации или блокирования пожара путем разбрызгивания или распыления воды и (или) водных растворов.

Оросители классифицируют по следующим показателям:

По наличию теплового замка или привода для срабатывания на: 1. спринклерные; 2. дренчерные; 3. с управляемым приводом: электрическим, гидравлическим, пневматическим, пиротехническим; комбинированные.

По назначению:

1. общего назначения, в том числе предназначенные для подвесных потолков и стеновых панелей: углубленные, потайные, скрытые;

2. предназначенные для завес;

3. предназначенные для стеллажных складов;

4. предназначенные для пневмо- и массопроводов;

5. предназначенные для предупреждения взрывов;

6. предназначенные для жилых домов;

7. специального назначения.

По конструктивному исполнению:

1. розеточные;

2. центробежные (эвольвентные);

3. диафрагменные (каскадные);

4. винтовые;

5. щелевые;

6. струйные;

7. лопаточные;

8. прочие конструкции.

По виду используемого огнетушащего вещества:

1. водяные;

2. для водных растворов, в том числе пенные;

3. универсальные.

По форме и направленности потока огнетушащего вещества:

1. симметричные: концентричные, эллипсоидные;

2. неконцентричные односторонней направленности;

3. неконцентричные двусторонней направленности;

4. прочие.

По капельной структуре потока ОТВ:

1. разбрызгиватели;

2. распылители.

По виду теплового замка:

1. с плавким термочувствительным элементом;

2. с разрывным термочувствительным элементом;
3. с упругим термочувствительным элементом;
4. с комбинированным тепловым замком.

По монтажному расположению:

1. вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вверх;
2. вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вниз;
3. вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вверх или вниз (универсальные);
4. горизонтально, поток ОТВ направлен вдоль оси распылителя;
5. вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вверх, а затем в сторону (вдоль направляющей лопатки или образующей корпуса оросителя);
6. вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вниз, а затем в сторону (вдоль направляющей лопатки или образующей корпуса оросителя) ;
7. вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вверх или вниз, а затем в сторону (вдоль направляющей лопатки или образующей корпуса оросителя) (универсальные);

По виду покрытия корпуса: 1. без покрытия; 2. с декоративным покрытием; 3. с антикоррозионным покрытием.

По способу создания диспергированного потока: 1. прямоструйные; 2. ударного действия; 3. завихренные.

Оросители выполняются готовым изделием. Полная маркировка оросителей представлена в Приложении В

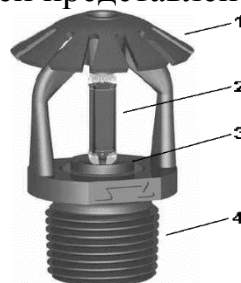
Спринклерный ороситель – ороситель с запорным устройством входного отверстия, вскрывающимся при срабатывании теплового замка.

Спринклерные оросители предназначены для распыления воды и распределения ее по защищаемой площади для локального тушения очагов пожара или их локализации при повышении температуры в защищаемом помещении свыше допустимой.

Общий вид водяных спринклерных оросителей представлен на рис. 4.3.



а)



б)

Рис.4.3. Спринклерные оросители:

а – ороситель с плоской розеткой и стеклянной колбой;

б – ороситель с вогнутой розеткой и стеклянной колбой: 1 – розетка; 2 – колба;

3 – клапан; 4 - крепление к распределительному трубопроводу

В зависимости от вида исполнения спринклеры бывают: с вогнутой розеткой; с плоской розеткой; настенного исполнения; с плавким элементом; со стеклянной колбой.

К основным тактико-техническим и эксплуатационным характеристикам спринклерных оросителей относятся: условный диаметр выходного отверстия, мм; наружная присоединительная резьба, дюйм; рабочее давление, МПа; защищаемая площадь, м²; интенсивность орошения, дм³/с·м²; коэффициент производительности; вид теплового замка; номинальная температура срабатывания оросителя, °С; номинальное время срабатывания, с; диапазон рабочих температур, °С.

Выбор температуры срабатывания спринклерных оросителей производится в зависимости от максимально возможной температуры воздуха в условиях нормальной эксплуатации помещения.

Максимальную температуру окружающей среды для спринклерных оросителей следует устанавливать согласно табл. 4.1.

Таблица 4.1. Предельно допустимая температура окружающей среды

Предельно допустимая рабочая температура окружающей среды в зоне расположения спринклерных оросителей, °С	Номинальная температура срабатывания, °С
До 38 вкл.	57
От 39 до 50 вкл.	68
От 39 до 52 вкл.	72
От 39 до 52 вкл.	74
От 51 до 58 вкл.	79
<i>Продолжение таблицы 4.1</i>	
От 53 до 70 вкл.	93
От 71 до 77 вкл.	100
От 78 до 86 вкл.	121
От 71 до 100 вкл.	141
От 101 до 120 вкл.	163
От 101 до 140 вкл.	182
От 141 до 162 вкл.	204
От 141 до 185 вкл.	227
От 186 до 200 вкл.	240
От 201 до 220 вкл.	260
От 221 до 300 вкл.	343

В качестве теплового замка спринклерных оросителей могут быть использованы пластины скрепленные легкоплавким элементом или стеклянные колбы с подкрашенной жидкостью с соответствующим коэффициентом объемного расширения.

В пределах одного защищаемого помещения следует устанавливать однотипные оросители с одинаковым диаметром выходного отверстия.

В табл. 4.2 приведены цвета жидкости в зависимости от номинальной температуры разрушения теплового замка.

Таблица 4.2. Соответствие цвета жидкости номинальной температуре разрушения теплового замка

Номинальная температура Разрушения теплового замка °С	Цвет жидкости
57	Оранжевый
72	Красный
93	Зеленый
141	Голубой
182	Фиолетовый
240	Черный

Отличием дренчерных оросителей от спринклерных является отсутствие теплового замка, в следствии чего выходные дренчерные оросители открыты.

Оросители дренчерные предназначены для использования в составе автономных, автоматических, полуавтоматических и с ручным пуском установок пожаротушения, секций орошения и водяных завес с целью локализации очага возгорания и предотвращения распространения пожара через оконные, дверные и технологические проемы за пределы защищаемого оборудования, зон или помещений, а также для обеспечения приемлемых условий при эвакуации людей из горящих зданий. Кроме того, дренчерные оросители эффективно используются для охлаждения технологического оборудования, в том числе резервуаров с сырой нефтью, а также для создания между объектами водяных завес, блокирующих распространение огня. Конструктивно оросители, в основном, состоит из одной цельной детали, в результате чего ороситель обладает исключительной надежностью в эксплуатации.

В дренчерных установках водяного пожаротушения применяются дренчерные оросители с вогнутой и плоской розеткой (рис.4.4. (а)) с диаметром выходного отверстия 8, 10, 15 и 20 мм.

Для создания водяных завес с целью защиты вертикальных проемов и ограждений применяются дренчерные оросители горизонтального исполнения (рис.4.4 (б)) и щелевые оросители (рис.4.4 (в)).



Рис. 4.4. Дренчерные оросители

1 – дренчерный ороситель с плоской розеткой вниз; 2 - дренчерный ороситель горизонтального исполнения; 3 – дренчерный ороситель щелевой

Для формирования и распределения по защищаемой поверхности более интенсивного, по сравнению с розеточными оросителями, потока огнетушащего вещества (воды, воды со смачивателем, водопенным раствором) существует *ороситель эвольвентный* (рис.4.5). Оросители используются для тушения и локализации возгораний промышленного оборудования, механизмов, ленточных конвейеров, емкостей и производственных помещений, складов, стоянок автотехники, локомотивных депо и других объектов, содержащих легковоспламеняющиеся жидкости и горючие материалы, угли и торфы, продукты нефте-газопереработки, резинотехнические и древесно-стружечные изделия, сыпучие продукты и другие, синтетические и природные материалы.

Оросители формируют особую структуру потока огнетушащего вещества (ОТВ), которая характеризуется плавным увеличением интенсивности орошения от центра к периферии, обеспечивая при этом мощный направленный поток ОТВ. При давлении свыше 0,4 МПа в центральной части водяного форса появляется мелкодисперсная фаза, которая удерживается от рассеивания в окружающую среду наружной капельной зоной потока и интенсивно турбулизируется.



Рис. 4.5. Ороситель эвольвентный

Оросители устанавливаются в любом пространственном положении.

Для оросителей данного типа особенно характерно:

- эффективное тушение и локализация горения по площадям за счет формирования более плотного потока ОТВ в местах сопряжения зон орошения;
- эффективное тушение и орошение точечных объектов, уместающихся в площади орошения;
- работа по схеме: локализация – тушение. При этом «водяной колпак» надежно удерживает в зоне тушения языки пламени;
- тушение пожаров с элементами фильтрационного горения и тления;
- при установке оросителя под углом к плоскости тушения и сокращении расстояния до объекта тушения, поток ОТВ, обладающий повышенной кинетической энергией, способен оторвать факел от поверхности горения и существенно сократить время тушения пожара.

Эти уникальные качества оросителей расширяют область их применения и, в совокупности с рациональным расходом огнетушащего вещества, позволяют существенно снизить стоимость защиты единицы поверхности.

Узел управления (УУ) – совокупность устройств (трубопроводной арматуры, запорных и сигнальных устройств, ускорителей их срабатывания, устройств, снижающих вероятность ложных срабатываний, измерительных приборов и прочих устройств), которые расположены между подводным и питающим трубопроводами спринклерных и дренчерных установок водяного и пенного пожаротушения.

УУ предназначены для контроля состояния и проверки работоспособности установок в процессе эксплуатации, а также для пуска огнетушащего вещества, выдачи сигнала для формирования командного импульса на управление элементами пожарной автоматики (насосами, системой оповещения, отключением вентиляторов и технологического оборудования и др.).

УУ подразделяют:

по виду на: спринклерные; дренчерные.

по среде заполнения питающего и распределительных трубопроводов на: водозаполненные; воздушные.

По виду привода дренчерного или универсального сигнального клапана на: гидравлические; пневматические; электрические; ручные; механические; комбинированные.

По рабочему положению на трубопроводе относительно горизонтальной плоскости на: вертикальные; горизонтальные; универсальные.

По типу соединения с трубопроводом и/или арматурой на: фланцевые; муфтовые; штуцерные; хомутовые; комбинированные.

Узлы управления, в зависимости от типа установок, могут включать в себя следующее комплектующее оборудование: пожарные запорные устройства; акселератор; эксгаустер; гидроускоритель; фильтр; манометры; сигнализатор давления; компенсатор; камеру задержки; трубопроводную обвязку.

Сигнализатор давления универсальный (СДУ) (рис.4.6) предназначен для выдачи сигналов о поступлении огнетушащих веществ в питающие

трубопроводы установок водяного пожаротушения при срабатывании узлов управления или распределительных устройств, замыканием/размыканием контактной группы.



Рис. 4.6. Сигнализатор давления универсальный

Для контроля потока жидкости и формирование команд управления с помощью контактов реле во внешние цепи, в автоматических установках водяного пожаротушения предусматривают *сигнализатор потока жидкости* (рис.4.7).

Принцип действия сигнализатора заключается в следующем. При отсутствии движения огнетушащего вещества регистратор 1, уравновешенный с помощью пружины 2, находится в нейтральном положении. В этом положении контакты микропереключателя 3 разомкнуты. При вскрытии одного и более оросителей поток огнетушащего вещества отклоняет регистратор 1, который, свободно перемещаясь, действует на микропереключатель 3 и замыкает его контакты. В результате этого выдается сигнал о срабатывании установки пожаротушения.

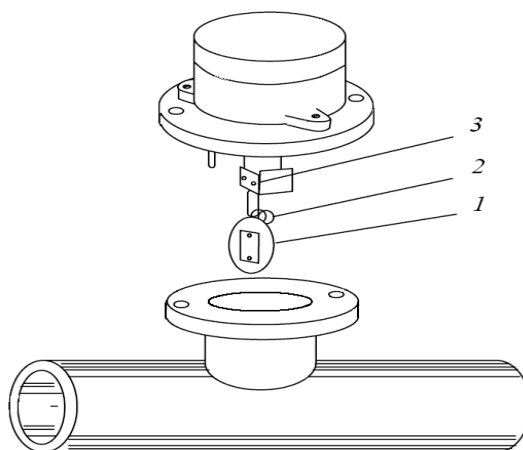


Рис. 4.7. Сигнализатор потока жидкости:

1 –регистратор; 2 – пружина; 3 - микропереключатель

Спринклерные установки водяного пожаротушения

Водозаполненная спринклерная система представляет собой систему автоматического водяного пожаротушения полностью заполненная водой или водным раствором, предназначенную для защиты отапливаемых объектов. Такие системы применяются на большинстве объектов, требующих защиты спринклерной системой пожаротушения.

Каждая секция спринклерной установки должна иметь самостоятельный узел управления. При защите нескольких помещений или этажей здания одной спринклерной секцией для выдачи сигнала, уточняющего адрес загорания, а также включения систем оповещения и дымоудаления допускается устанавливать на питающих трубопроводах, исключая кольцевые, сигнализаторы потока жидкости.

Спринклерные оросители водозаполненных АУП устанавливаются вертикально розетками вверх или вниз либо горизонтально, в воздушных АУП - вертикально розетками вверх либо горизонтально.

К питающим трубопроводам водозаполненных спринклерных АУП диаметром 65 мм и более допускается присоединять пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода. Продолжительность работы внутренних пожарных кранов, оборудованных ручными водяными пожарными стволами и подсоединенных к питающим трубопроводам спринклерной установки, следует принимать равной времени работы спринклерной установки.

Узел управления спринклерный водозаполненный (УУ) (рис.4.8) предназначен для работы в спринклерных установках водяного и пенного пожаротушения, осуществляет подачу огнетушащей жидкости, выдает сигнал для формирования командного импульса на управление элементами пожарной автоматики (насосами, системой оповещения, отключением вентиляторов и технологического оборудования и др.), а так же контролирует состояние и проверяет работоспособность указанных установок в процессе эксплуатации.

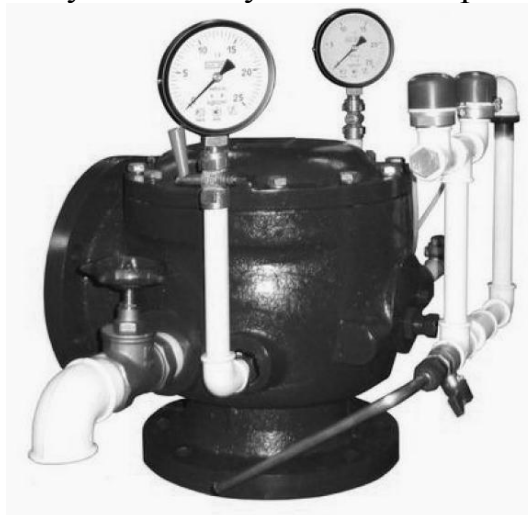


Рис.4.8. Внешний вид спринклерного водозаполненного узла

Гидравлическая схема спринклерного водозаполненного узла представлена на рис.4.9. Клапан (1) сигнальный спринклерный является основным элементом УУ спринклерной водозаполненной системы. Клапан – нормально закрытое запорное устройство, предназначенное для пуска огнетушащего вещества при срабатывании спринклерного оросителя и выдачи управляющего гидравлического импульса. Клапан обратный (2) препятствует сбросу давления в питающем трубопроводе при его уменьшении в подводящем трубопроводе.

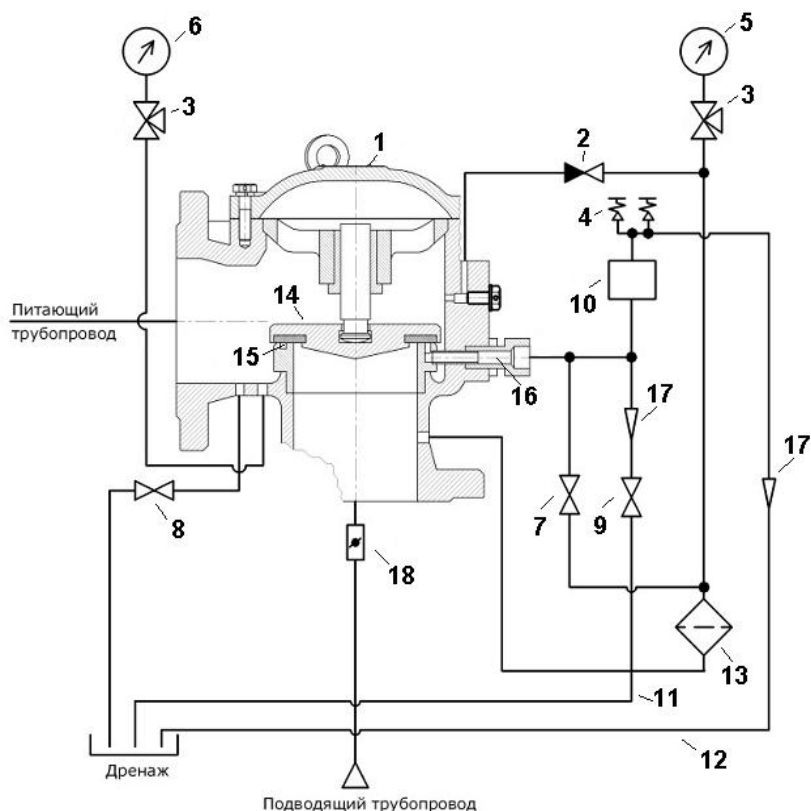


Рис.4.9. Гидравлическая схема спринклерного водозаполненного узла

Два трехходовых крана (3) предназначены для отключения манометров при техническом обслуживании и проверке. Два сигнализатора давления (4) предназначены для выдачи сигнала при срабатывании УУ. Манометр (5) предназначен для контроля давления в подводящем трубопроводе. Манометр (6) предназначен для контроля давления в питающем трубопроводе. Кран (7) предназначен для контроля (проверки) сигнализаторов давления при техническом обслуживании. Кран (8) предназначен для слива жидкости в дренаж из клапана и распределительного трубопровода (в дежурном режиме закрыт). Кран (9) предназначен для закрытия и открытия сигнального отверстия при установке УУ в дежурный режим. Камера задержки (10) устанавливается на линии сигнализаторов давления и предназначена для сведения к минимуму вероятности выдачи ложных сигналов, вызываемых резкими колебаниями давления источника водоснабжения. Спускная трубка (11) предназначена, для слива жидкости в дренаж из сигнального отверстия, имеет сужение (17) диаметром 3мм. Спускная трубка (12) предназначена для сброса воздуха из камеры задержки, имеет сужение (17) диаметром 3мм. Фильтр (13) предназначен для предохранения рабочих органов клапана и обвязки от засорения посторонними предметами в дежурном режиме.

При срабатывании спринклерного оросителя давление в питающем трубопроводе и в полости над затвором (14) снижается, жидкость под избыточным давлением во входной полости клапана открывает затвор, начинает движение жидкости по распределительному трубопроводу к оросителю, и по кольцевой канавке (15) седла жидкость поступает в сигнальное отверстие (16) и

по трубопроводу стекает в дренаж. На пути стока жидкости в трубопроводе имеется сужение (17) (диаметром 3мм), создающее дополнительное сопротивление жидкости и обеспечивающее необходимое давление для срабатывания сигнализаторов давления (4). Сигнализаторы давления выдают сигналы для управления насосом и на пульт центрального наблюдения, УУ переходит в рабочий режим.

Установку УУ в дежурный режим выполнять в следующей последовательности:

- закрыть все органы управления (краны);
- открыть задвижку (18) для заполнения системы огнетушащей жидкостью и создания в клапане и распределительном трубопроводе давления;
- открыть кран (9) (после заполнения системы жидкостью и создания давления в клапане), дать стечь накопившейся воде из сигнальной магистрали и из камеры задержки. Постоянной утечки жидкости в дежурном режиме быть не должно.

Провести пробный ручной пуск:

- открыть кран (8), при падении давления затвор клапана должен открыться, а сигнализаторы давления (4) должны выдать сигнал о срабатывании клапана. УУ установить в дежурный режим.

Воздушная спринклерная система представляет собой водовоздушную систему автоматического водяного пожаротушения (Рис.4.10), предназначенную для неотапливаемых помещений (защищаемые объекты, на которых возможны низкие температуры).

Система строится с учетом следующего:

Подводящий трубопровод (1) заполнен водой или водным раствором, питающий (2) и распределительный (3) заполняются сжатым воздухом или азотом.

Спринклерные оросители (4) устанавливаются только вверх розеткой.

Насосная станция должна находиться в отапливаемом помещении.

Элементами насосной станции помимо стандартных элементов являются:

- воздушный клапан;
- компрессор;
- оборудование для контроля и поддержания воздушного давления.

Воздушными спринклерными системами, как правило, защищаются неотапливаемые склады, ангары, автостоянки, отдельные помещения предприятий и т.д.

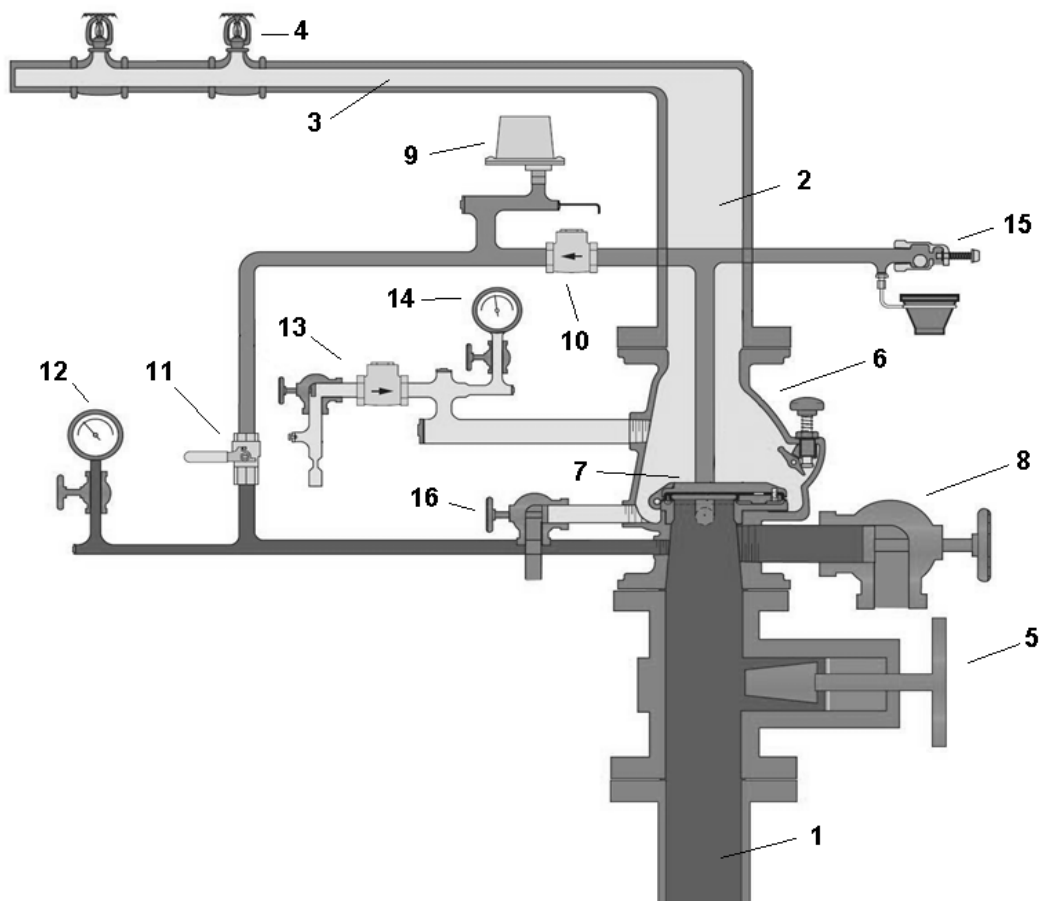


Рис. 4.10. Узел управления спринклерный воздушный

Узел управления спринклерный воздушный включает в себя клапан воздушный спринклерный (6) с заслонкой (7), задвижку (5), основной дренажный вентиль (8), сигнализатор давления универсальный (9), обратный клапан (10), тестирующий клапан (11) предназначен для проверки СДУ, манометр (12) предназначен для контроля давления в подводящем трубопроводе, систему для подсоединения подачи воздуха (13), автоматический дренажный клапан (15), манометр (14) предназначен для контроля давления воздуха, нижний дренажный вентиль (16).

Воздушный клапан является устройством дифференциального типа, в котором для поддержания клапана в исходном состоянии требуется существенно более низкое давление воздуха (азота) в системе, чем давление воды на вводе.

Сущность дифференциальности клапана основывается на неравности площадей давления на задвижку со стороны воздуха и со стороны воды в сочетании с разницей расстояний от оси заслонки до центра уплотнения воды и от оси заслонки до центра уплотнения воздуха. При этом давление воздуха 1 psi (0,07 бар) уравнивает давление воды в 5,5 psi (0,38 бар).

Значение минимального требуемого давления воздуха (азота) в системе приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Функциональная зависимость требуемого давления воздуха в системе от давления воды

Максимальное давление воды, бар	Диапазон давления в системе, бар
1,4	0,7
4,2	1,1-1,6
5,6	1,4-2,0
6,9	1,8-2,3
8,3	2,1-2,7
10,0	2,5-3,0
11,4	2,8-3,4
12,8	3,2-3,7
14,2	3,5-4,0
15,6	3,8-4,4
17,3	4,2-4,7

Из представленных данных следует, что давление воздуха составляет примерно 18% от величины статического давления воды на вводе плюс необходимый запас по давлению в 1,4 бар, необходимый для предотвращения ложных срабатываний, обусловленных колебаниями входного давления воды.

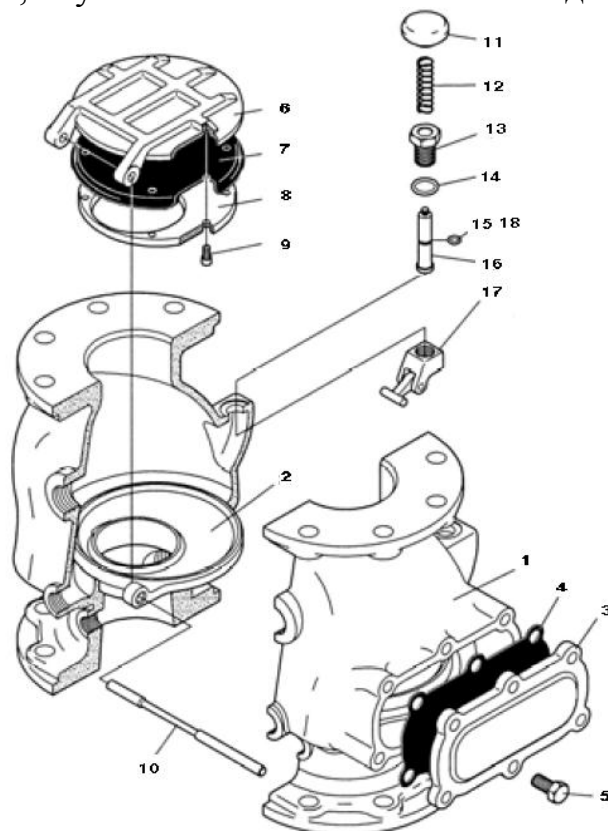


Рис. 4.11. Состав клапана спринклерного воздушного: 1 - корпус клапана; 2 - седло задвижки; 3 - боковая крышка; 4 - прокладка боковой крышки; 5- болт с 6-гранной головкой; 6 –заслонка; 7 - прокладка заслонки; 8 - плата прокладки заслонки; 9 - крепежный болт заслонки; 10 - ось заслонки клапана; 11 - кнопка сброса в исходное состояние; 12 - пружина сброса; 13 - втулка сброса; 14 - кольцо втулки сброса; 15 - кольцо плунжера сброса; 16 - плунжер сброса; 17 - защелка сброса

Состав клапана спринклерного воздушного представлен на рис.4.11. Состояние клапана в различных режимах представлено на рис.4.12. Промежуточная камера клапана, расположенная между уплотнениями воздуха и воды, находится под атмосферным давлением через соединение сигнального порта и обвязку нормально открытого автоматического дренажного клапана. Соединение промежуточной камеры с атмосферой является важным аспектом работы клапана. В противном случае давления воздуха в системе, приложенного к верху заслонки, было бы недостаточно для удержания клапана в закрытом состоянии. Например, если давление воздуха в системе составляет 2,7 бар, а остаточное давление в промежуточной камере - 1,7 бар, то результирующее давление на заслонку сверху будет лишь 1,0 бар. Этого давления не хватит для того, чтобы удержать заслонку в закрытом состоянии против давления от источника воды в 6,9 бар на заслонку снизу. Именно поэтому шток автоматического дренажного клапана должен быть несколько раз отжат в течение процедуры установки клапана в исходное состояние или при тестовых запусках, что гарантирует его открытое состояние.

При вскрытии одного или нескольких спринклеров давление воздуха в системе падает вследствие его утечки через открытые оросители. При достаточном уменьшении давления воздуха давление воды превысит дифференциал, удерживающий заслонку в закрытом состоянии, и приоткрывает заслонку, как показано на рис. 4.12. (С). Поток воды поступает в распределительный трубопровод и разбрызгивается через открытые оросители. Кроме того, при открытой заслонке промежуточная камера находится под давлением и поток воды направляясь через сигнальный порт клапана, активизирует систему сигнализации. С другой стороны, величины потока воды через сигнальный порт достаточно для закрытия нормально открытого автоматического дренажного клапана.

После срабатывания клапана и последующего закрытия задвижки на входе системы для остановки потока воды задвижка клапана будет зафиксирована в открытом состоянии, как показано на рис. 4.12. (D). Фиксация в открытом состоянии позволит осуществить полный дренаж системы через главный дренажный порт.

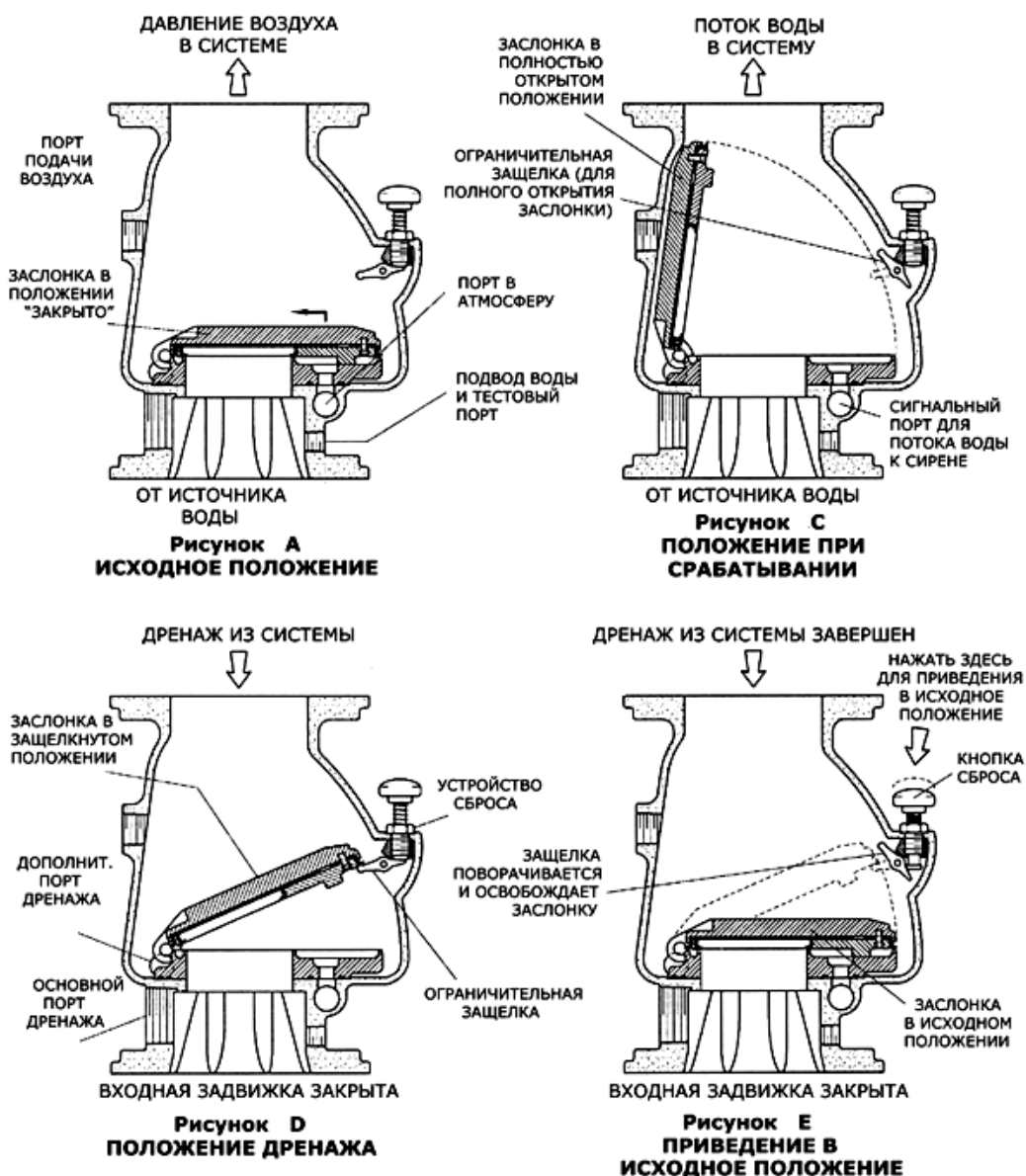


Рис. 4.12. Состояние воздушного спринклерного клапана в различных режимах

По завершении дренажа системы в процессе установки системы в исходное состояние внешняя кнопка сброса может быть легко отжата и задвижка будет снята с защелки, как показано на рис. 4.12. (E). Таким образом, воздушная спринклерная система будет установлена в исходное состояние без снятия боковой крышки.

Дренчерные установки водяного пожаротушения

Дренчерная система представляет собой систему автоматического водяного пожаротушения, предназначенную для защиты особо пожароопасных объектов и создания водяных завес.

Система строится с учетом следующего (Рис. 4.13.):

- подводящий трубопровод (1) заполнен водой или водным раствором, питающий (2) и распределительный (3) трубопроводы не заполнены;

- в системе устанавливаются дренчерные оросители (4) (открытые, без теплового элемента) и дренчерные клапана.

Данные системы, как правило, применяются для защиты объектов, на которых огонь распространяется с высокой скоростью, как правило, это помещения или целые объекты по производству или хранению легковоспламеняющихся материалов, окрасочные камеры, гидростанции или атомные станции, кабельные туннели и другие спецобъекты и т.д.

Дренчерные системы в качестве дренчерных завес обеспечивают отсечение «стеной огнетушащего вещества» (например воды) помещения, где возникло возгорание от других помещений здания. Примеры: дверные или иные проемы в помещениях автостоянок и предприятий, атриумы торговых, административных, гостиничных или иных комплексов и т.д.

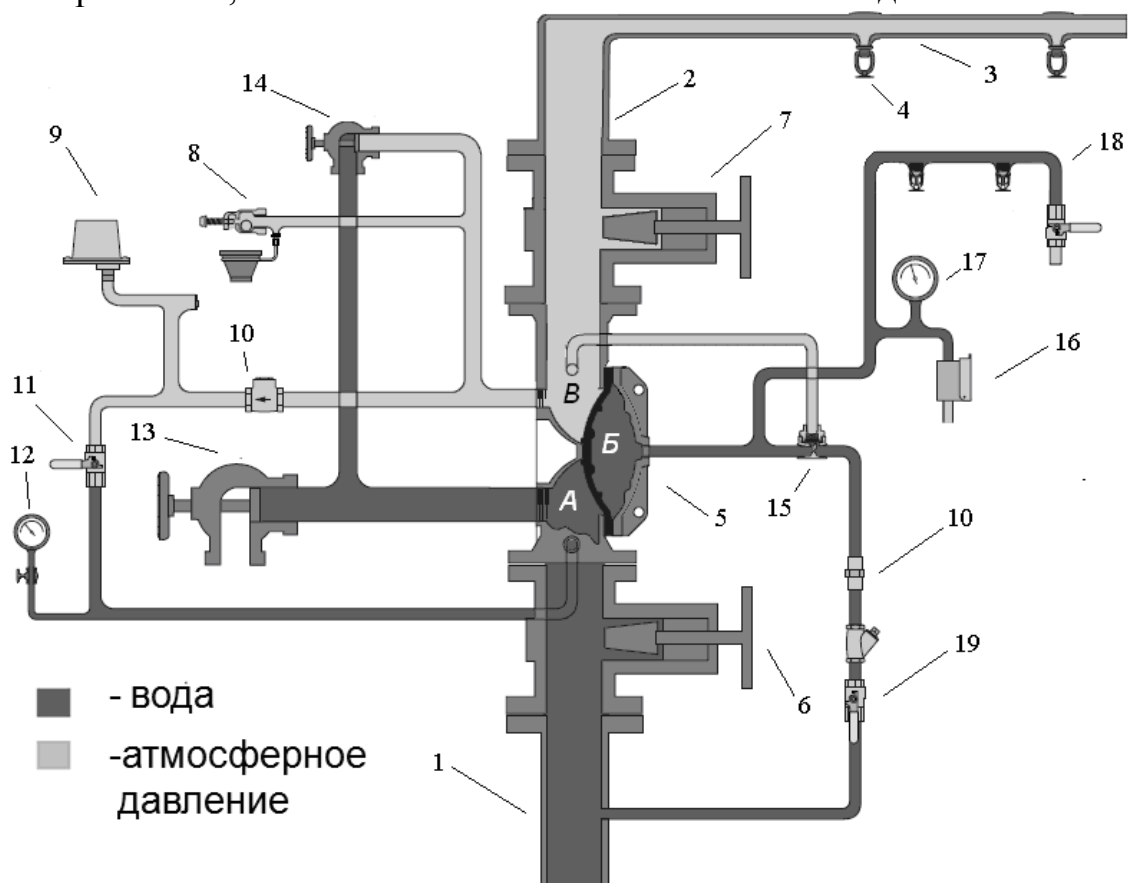


Рис. 4.13. Узел управления дренчерный

Узел управления дренчерный (рис. 4.13.) включает в себя клапан дренчерный (5), задвижку (6) на подводном, задвижку (7) на питающем трубопроводе, автоматический дренажный клапан (8), универсальный сигнализатор давления (9), обратный клапан (10), тестирующий клапан (11) для проверки СДУ, манометр (12) для контроля давления в подводном трубопроводе, главный дренажный клапан (13) для слива воды, угловой вентиль (14), автоматический запорный клапан (15), ручной пускатель (16), манометр (17) для контроля давления в побудительной системе (18), кран (19) для заполнения побудительной системы водой.

Дренчерный клапан представляет собой клапан диафрагменного типа, его работа зависит от давления в камере диафрагмы Б (рис.4.13.), которое должно удерживать диафрагму закрытой от давления в камере А системы водоснабжения. Когда клапан находится в рабочем состоянии, камера диафрагмы находится под давлением через соединения обвязки с внутренней частью главного контрольного клапана системы. После открывания крана ручного пуска (16) или спринклерного оросителя в побудительной системе (18) вытекание воды из камеры диафрагмы происходит быстрее, чем наполнение через отверстие автоматического запорного клапана (15). В результате в камере диафрагмы Б быстро падает давление, и разность сил, прилагаемых к диафрагме для удерживания ее в рабочем положении, опускается ниже точки открывания клапана. Затем давление системы водоснабжения удерживает диафрагму открытой, и вода протекает в трубопроводную систему на дренчерные оросители, а также через сигнальное отверстие в камере В поступает на СДУ (9). Положение диафрагмы при различных состояниях системы представлен на (рис.4.14).

Включение дренчерных завес допускается производить либо автоматически при срабатывании установки пожаротушения, либо вручную (дистанционно или по месту).

Дренчерная система водяного пожаротушения приводится в действие от одной или нескольких (двойная блокировка) пусковых систем:

- от водозаполненной спринклерной системы;
- от воздушной спринклерной системы;
- от системы пожарной сигнализации (электропуск).

Для нескольких функционально связанных дренчерных завес допускается предусматривать один узел управления.

Расстояние между оросителями дренчерных завес следует определять из расчета обеспечения расхода воды 1 л/с на 1 м ширины проема. При устройстве дренчерных завес в две и более линии, расположенные друг от друга на расстоянии не более 0,5 м, суммарный расход воды должен быть не менее 1 л/с на 1 м завесы при продолжительности работы не менее 1 ч.

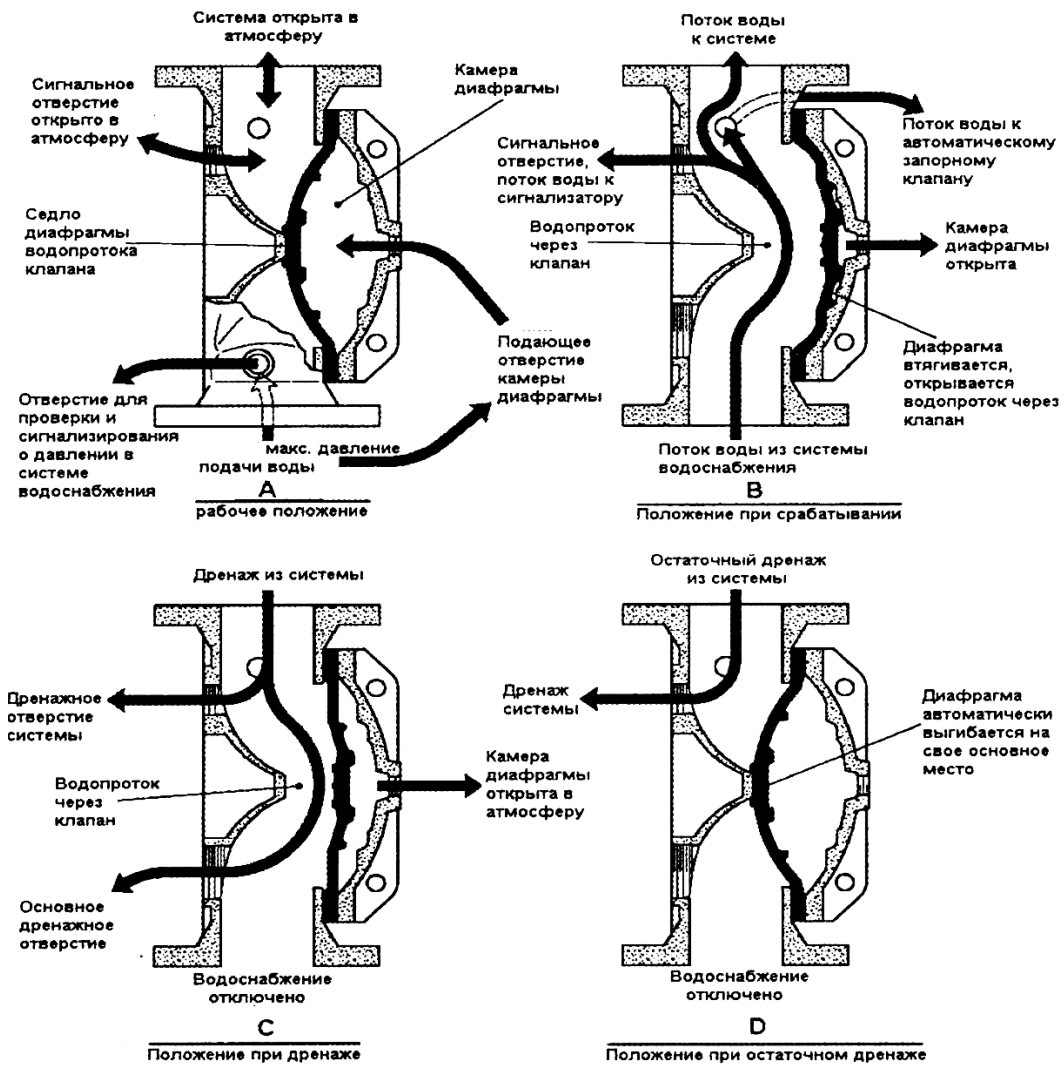


Рис. 4.14. Положение диафрагмы в различных режимах

Для повышения быстродействия дренчерных АУП и снижения степени корродирования внутренних поверхностей питающих и распределительных трубопроводов допускается их заполнение водой до уровня наиболее низко расположенного дренчерного оросителя. При наличии у оросителей легкобрасываемых заглушек или колпачков допускается заполнять водой питающие и распределительные трубопроводы полностью; при этом для удаления воздуха в наиболее высокой точке трубопроводной системы необходимо установить кран с диаметром выходного отверстия не более 10 мм.

Насосные станции

Насосные станции выполняют роль основного водопитателя и предназначены для обеспечения необходимым давлением и расходом огнетушащего вещества.

По своему назначению насосные установки подразделяются на основные и вспомогательные.

Вспомогательные насосные установки используются как частный случай, например в спринклерных установках на период, пока срабатывают не более 2 - 3 оросителей, т.е. функционируют в течение времени, пока не требуется значительного расхода. В случае если пожар принимает угрожающие масштабы, то в работу включаются основные насосные агрегаты (в нормативной технической документации они часто упоминаются как основные пожарные насосы или пожарные насосы), обеспечивающие требуемый расход. В дренчерных АУП используются, как правило, только основные пожарные насосные установки.

Насосные установки состоят из насосных агрегатов, шкафа управления и системы обвязки гидравлическим и электромеханическим оборудованием.

Насосный агрегат состоит из привода, соединенного через передаточную муфту с насосом (или блоком насосов), и фундаментной плиты (или основания). В зависимости от требуемого расхода в АУП может использоваться один или несколько рабочих насосных агрегатов. Независимо от количества рабочих агрегатов в насосной установке должен быть предусмотрен один резервный насосный агрегат.

При использовании в АУП не более трех узлов управления насосные установки допускается проектировать с одним вводом и одним выходом, в остальных случаях - с двумя вводами и двумя выходами.

Независимо от числа насосных агрегатов схема насосной установки должна обеспечивать подачу воды в подающий трубопровод АУП от любого ввода путем переключения соответствующих задвижек или затворов:

- напрямую через обводную линию, минуя насосные агрегаты;
- от любого насосного агрегата;
- от любой совокупности насосных агрегатов.

С целью обеспечения проведения регламентных или ремонтных работ насосных агрегатов без нарушения работоспособности АУП перед и после каждого насосного агрегата монтируются задвижки (затворы). Для исключения обратного перетока воды через насосные агрегаты или обводную линию на выходе насосов и обводной линии устанавливаются обратные клапаны, которые можно монтировать и за задвижкой (затвором). В этом случае при демонтаже задвижки (затвора) для ее ремонта не будет необходимости производить слив воды из подводящего трубопровода.

Насосные установки монтируются в обособленном здании или обособленном помещении, называемом насосной станцией (станцией пожаротушения). Общий вид насосной станции приведен в Приложении Д. Во многих случаях в насосной станции монтируются узлы управления АУП.

Как правило, в АУП используются центробежные насосы. Подходящий тип насоса подбирают по характеристикам $Q - H$, имеющимся в каталогах. При этом учитываются следующие данные: требуемые напор и подача (по результатам гидравлического расчета сети), габаритные размеры насоса и взаимная ориентация всасывающих и напорных патрубков (это определяет условия компоновки), масса насоса.

Для монтажа насосной станции отдельно закупаются насосы, трубы, запорная арматура, электрические шкафы, блоки автоматики, кабели, провода и т.п. Монтажные работы насосной станции довольно трудозатратные.

Для монтажа насосной станции, под размещение требуется довольно большое помещение, поскольку согласно СП 5.13130-2009 при определении площади помещений насосных станций ширину проходов следует принимать не менее: между узлами управления, между ними и стеной — 0,5 м; между насосами или электродвигателями — 1 м; между насосами или электродвигателями и стеной в заглубленных помещениях — 0,7 м, в прочих — 1 м, при этом ширина прохода со стороны электродвигателя должна быть достаточной для демонтажа ротора; между компрессорами или воздухоудувками — 1,5 м, между ними и стеной — 1 м; между неподвижными выступающими частями оборудования — 0,7 м; перед распределительным электрическим щитом — 2 м.

Применение моноблочных насосных станций (рис.4.1.15) существенно сокращает сроки монтажа и площадь помещения насосной станции.

Моноблочная насосная станция представляет собой установку повышения давления, в состав которой входит комплект многоступенчатых высоконапорных центробежных насосов.

Тип и количество (1 или 2) основных насосов зависит от требуемой рабочей точки станции, которая определяется гидравлическим расчетом объекта.

Резервный насос всегда один и его тип всегда соответствует типу основного насоса.

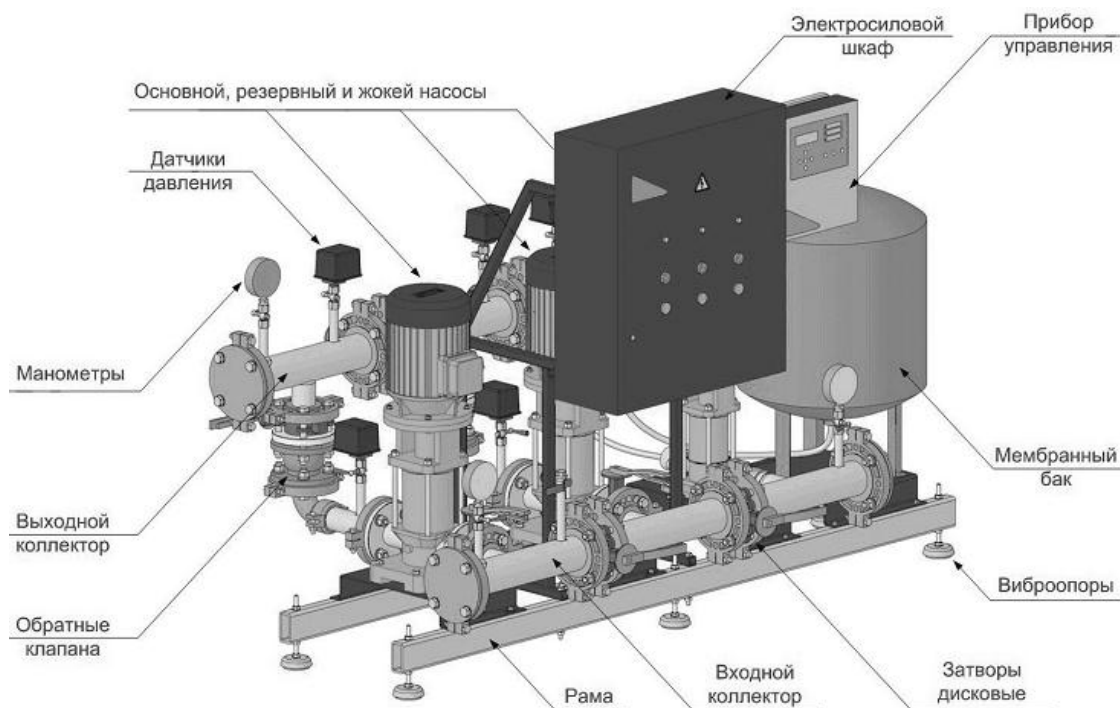


Рис. 4.15. Моноблочная насосная станция

Каждый насос имеет входную и выходную задвижки, обратный клапан и датчик давления, установленный перед обратным клапаном.

Для поддержания давления в системе в дежурном режиме применяется жокей насос, давление которого выбирается исходя из минимального требуемого

давления перед самым удаленным спринклером. Обычно расход жокей насоса устанавливается равным $1 \div 1,5$ расхода через один спринклер.

Также в состав насосной станции может входить мембранный расширительный бак, служащий для компенсации незначительных утечек в системе.

Насосы и бак установлены на единой оцинкованной раме. Виброопоры рамы позволяют осуществлять регулировку по уровню, а также служат для звуко- и виброизоляции.

Все насосы имеют единые входной и выходной коллекторы. Коллекторы станции выполнены из нержавеющей труб с установкой отсечных задвижек между всеми насосами и возможностью присоединения одного или двух питающих трубопроводов и одного или двух напорных трубопровода. Внешние присоединения коллекторов стандартные фланцы по DIN. Датчики давления, предназначенные для запуска основного насоса (основных насосов), установлены на выходном коллекторе. Также на входном и выходном коллекторах установлены показывающие манометры для визуального контроля работы насосов. Детали трубопроводов изготовлены из нержавеющей стали.

Насосная станция изготавливается по техническому заданию отправленному производителю. При помощи специального программного обеспечения формируется заявка, в которой указывается параметры основного и автоматического водопитателя (напор, расход). Программа определяет тип и количество насосов, отражает геометрические характеристики моноблочной станции. На объект насосная станция для монтажа прибывает в собранном виде.

Аппаратура управления установок водяного пожаротушения

Аппаратура управления установок водяного пожаротушения должна обеспечивать:

- автоматический пуск рабочих насосов (пожарных и насосов дозаторов);
- автоматический пуск резервных насосов (пожарного и насоса-дозатора) в случае отказа или невыхода рабочего насоса на режим в течение установленного времени;
- автоматическое включение запорной арматуры с электроприводом;
- автоматический пуск и отключение жокей-насоса;
- автоматический пуск и отключение дренажного насоса;
- местное и при необходимости дистанционное управление насосами;
- местное управление устройствами компенсации утечки огнетушащего вещества и сжатого воздуха из трубопроводов и гидропневматических емкостей автоматического и вспомогательного водопитателей;
- автоматическое переключение цепей управления и сигнализации (кроме цепей управления местным пуском насосов и световой сигнализации о наличии напряжения на вводах электропитания) с основного ввода электроснабжения при исчезновении на нем напряжения на резервный с последующим переключением на основной ввод при восстановлении на нем напряжения;

- возможность отключения и восстановления режима автоматического пуска насосов;

- автоматический контроль исправности электрических цепей электрозадвижек и электрозатворов, приборов, регистрирующих срабатывание узлов управления и формирующих командный импульс на автоматическое включение пожарных насосов, насосов-дозаторов, сигнальных клапанов, световых и звуковых оповещателей и т.п.;

- автоматический контроль аварийного уровня в автоматическом или вспомогательном водопитателе, дренажном приемке, емкости с пенообразователем;

- автоматический контроль давления в гидропневмобаке автоматического или вспомогательного водопитателя;

- контроль исправности звуковой и световой сигнализации (по вызову);

- отключение звуковой сигнализации при сохранении световой сигнализации;

- формирование командного импульса (устройство потенциальных или беспотенциальных, контактных или бесконтактных элементов на выходах аппаратуры пожаротушения или пожарной сигнализации) для управления технологическим и электротехническим оборудованием объекта, а также системами оповещения о пожаре;

- формирование команды на управление технологическим оборудованием и инженерными системами объекта (при необходимости);

Формирование командного импульса для автоматического пуска дренчерной АУП необходимо осуществлять одним из перечисленных ниже устройств или любой их совокупностью: аппаратурой электрической пожарной сигнализации; сигнализаторами давления или сигнализаторами потока жидкости; электроконтактными манометрами; технологическими датчиками.

Устройства отключения и восстановления режима автоматического пуска установок размещаются в помещении дежурного поста или другом помещении с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство.

Устройства местного пуска и остановки насосов размещаются в насосной станции. Допускается осуществлять пуск и остановку пожарных насосов из помещения пожарного поста.

Аппаратура управления установок водяного пожаротушения является ответственным узлом в обеспечении надежной и эффективной работы всей установки водяного пожаротушения.

Достаточно большое количество российских и зарубежных производителей осуществляет выпуск аппаратуры управления установками водяного пожаротушения.

Рассмотрим состав и принцип функционирования аппаратуры управления установками водяного пожаротушения на базе прибора управления «Поток-3М». Основным достоинством данного прибора являются широкое разнообразие алгоритмов работы, способность функционирования в интегрированной системе безопасности, простота в эксплуатации и обслуживании.

Главным узлом системы автоматического водяного пожаротушения является насосная станция. Внутри станции устанавливается необходимая запорная арматура (электрозадвижки), насосы (основной пожарный, резервный, насос компенсации утечек), шкафы управления насосами и приводами, дополнительное оборудование. Прибор «Поток-3Н» имеет набор входов (контролируемых цепей), которые предназначены для подключения датчиков (электро-контактных манометров, датчиков потока), сигнальных цепей электрозадвижек и пусковых устройств. Прибор осуществлять запуск системы водяного пожаротушения при падении давления воды в системе, сработка кнопки запуска, дистанционные команды управления (при работе в составе системы). При возникновении одного из условий запуска, прибор подаёт сигналы управления на шкаф управления насосом – ШКП (шкаф контрольно-пусковой). В случае блокировки автоматического включения, шкаф обеспечивает возможность местного или ручного управления агрегатами. К прибору «Поток-3Н» возможно подключить до 20 дополнительных абонентов интерфейсу, которые можно использовать для управления дополнительным технологическим оборудованием.

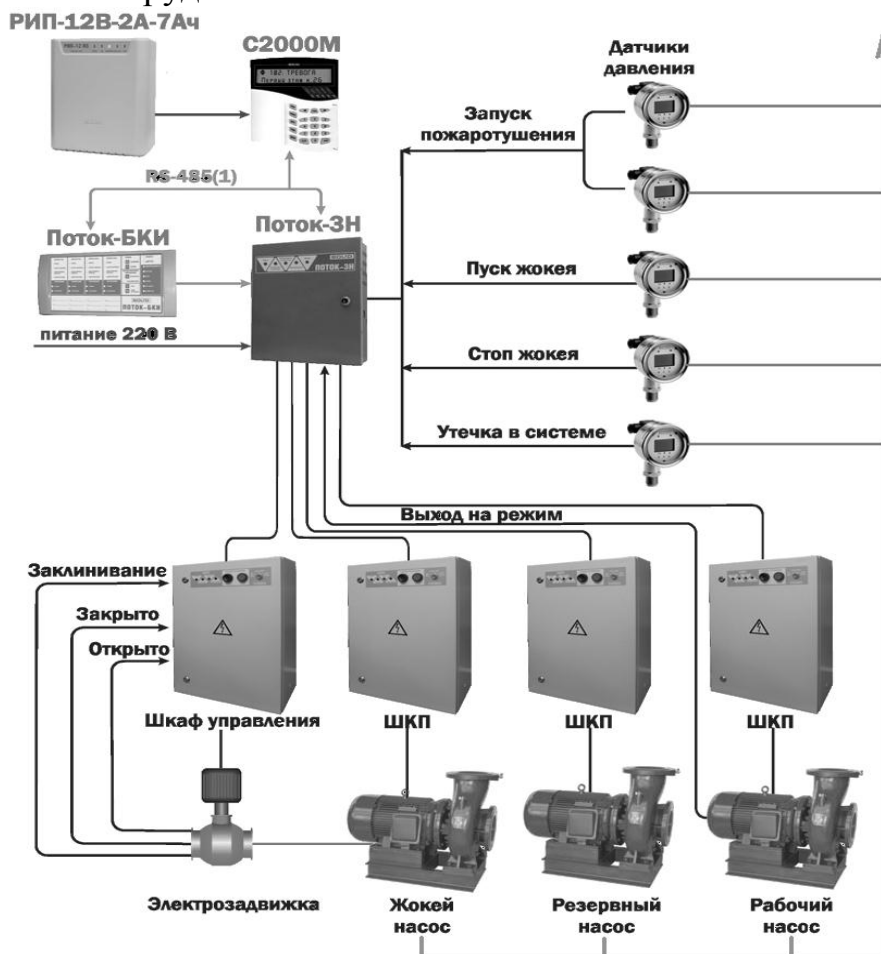


Рис. 4.16. Насосная под управлением прибора «Поток-3Н»

Главным узлом системы автоматического водяного пожаротушения является насосная станция. Внутри станции устанавливается необходимая запорная арматура (электрозадвижки), насосы (основной пожарный, резервный,

насос компенсации утечек), шкафы управления насосами и приводами, дополнительное оборудование. Прибор «Поток-3Н» имеет набор входов (контролируемых цепей), которые предназначены для подключения датчиков (электро-контактных манометров, датчиков потока), сигнальных цепей электрозадвижек и пусковых устройств. Прибор осуществлять запуск системы водяного пожаротушения при падении давления воды в системе, сработка кнопки запуска, дистанционные команды управления (при работе в составе системы). При возникновении одного из условий запуска, прибор подаёт сигналы управления на шкаф управления насосом – ШКП (шкаф контрольно-пусковой). В случае блокировки автоматического включения, шкаф обеспечивает возможность местного или ручного управления агрегатами. К прибору «Поток-3Н» возможно подключить до 20 дополнительных абонентов интерфейсу, которые можно использовать для управления дополнительным технологическим оборудованием.

Прибор «Поток-3Н» поддерживает управление десятью вариантами тактик управления насосной станцией.

В варианте с «жокей-насосом», прибор управляет пожарными насосами и жокей-насосом. В режиме «Автоматическое управление» прибор управляет жокей-насосом по трем датчикам давления (ДД). При сработке ДД низкого уровня или аварийного уровня давления жокей-насос включается. При размыкании ДД низкого и аварийного уровней и сработке ДД верхнего уровня давления жокей-насос выключается. При переходе в режим «Запуск насосов» жокей-насос отключается.

При переходе в режим «Запуск насосов» прибор запускает рабочий насос и ожидает выхода на режим. После выхода насоса на режим прибор переходит в режим «Работает основной насос». Если время выхода на режим истекло, а основной насос не сработал, прибор переходит в режим «Работает резервный насос». При переходе в режим «Работает резервный насос» прибор выключает рабочий насос и запускает резервный.

Также схема может содержать прибор для подключения радиальных шлейфов сигнализации, предназначенный для контроля срабатывания сигнализаторов давления, установленных на контрольно-сигнальных клапанах и передачи управляющего сигнала на прибор «Поток-3Н».

Сигнал о пожаре вырабатывается сигнализатором давления универсальным на контрольно-сигнальном клапане (КСК) и манометром срабатывания основного насоса. Сигналы манометра и сигнализатора давления дублируют для уменьшения опасности ложного срабатывания основного насоса.

Блок индикации «Поток-БКИ» предназначен для отображения состояния насосов и насосной станции, который включает в себя световые индикаторы отражающие режимы: насос включен, автоматика отключена, неисправность, нарушения питания, аварийный уровень насосной станции. Также на блоке индикации предусматривается включение звукового сигнала при получении тревожного сообщения по одному или нескольким контролируемым разделам и возможность его сброса оператором.

Основная функция пульта «С-2000-М» в системе управления установками водяного пожаротушения состоит в координации работы всей системы, отражение на жидкокристаллическом дисплее и запись произошедших событий, изменения конфигурации и программирования подключенных приборов, постановка на охрану и сброс тревог.

Шкафы контрольно-пусковые предназначены для работы в составе систем пожаротушения. Шкафы предназначены для автоматического и ручного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором насосов.

4.1.4. Методика расчета систем водяного и пенного пожаротушения

Приведем примеры гидравлического расчета установок водяного и пенного пожаротушения.

Пример 1. Разработать автоматическую водяную систему спринклерного пожаротушения для помещения торгового зала. Размеры помещения 27,5м-12м-4м. Помещение имеет центральное отопление.

Решение:

Согласно приложению Б СП-5.13130.2009 по степени пожарной опасности функциональному назначению относится к группе помещений – 1. С учетом выбранной группы объекта защиты, определяем параметры установки пожаротушения в соответствии с Таблицей 5.1 СП-5.13130.2009: интенсивность орошения водой - 0,08 л/(с*м²); расход огнетушащего вещества – не менее 10 л/с; минимальная площадь орошения – не менее 60 м²; расстояние между оросителями – не более 4 м; продолжительность подачи – 30 мин; давление на входе пожарного насоса – 0,15 МПа.

Выбор типа оросителя производится в соответствии с его расходом, интенсивностью орошения и защищаемой им площадью, а также архитектурно-планировочными решениями защищаемого объекта. Предпочтение необходимо отдавать тем оросителям, которые при наименьшем давлении, имеют нормативную интенсивность орошения.

В пределах одного помещения должны использоваться только однотипные оросители с одинаковыми диаметрами выходных отверстий.

Выбираем тип оросителя – СВО0-РН_о(д)0,35-R1/2/P57.В3-«СВН-10» (диаметр выходного отверстия 10 мм., коэффициент производительности К=0,35).

С учетом нормативной интенсивности орошения и высоты расположения оросителя, по паспортным данным на ороситель или приложение настоящего пособия, определяем: минимальное давление, которое необходимо обеспечить у диктующего оросителя $P = 0,15$ МПа; площадь защиты одним оросителем; максимальное расстояние между оросителями не более 4 м.

Скорость движения воды в напорных трубопроводах должна быть не более 10 м/с, принимаем – 5 м/с.

Расчетный расход воды через диктующий ороситель, расположенный в диктующей защищаемой орошаемой площади, определяется по формуле:

$$q_1 = 10K\sqrt{P} = 10*0,35*\sqrt{0,15} = 1,35 \text{ л/с} \quad (4.1)$$

где q_1 — расход ОТВ через диктующий ороситель, л/с;

K — коэффициент производительности оросителя, принимаемый по технической документации на изделие, л/(с·МПа^{0,5});

P — давление перед оросителем, МПа.

Минимальное расчетное количество оросителей необходимое для защиты диктующей площади:

$$n = Q_H/q_1 = 10/1,35 = 8 \text{ шт.} \quad (4.2)$$

где $Q_H = 10$ л/с — нормативный расход спринклерной АУП согласно таблицам 5.1 СП-5.13130.2009;

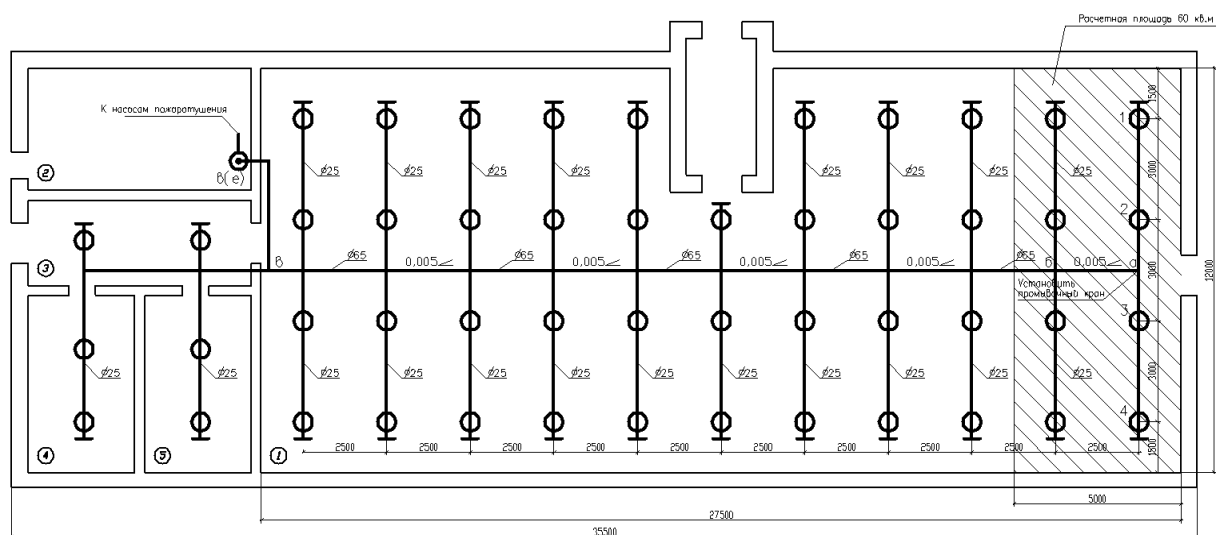


Рис. 4.17. План размещения оросителей

Намечаем трассировку трубопроводной сети и план размещения оросителей; для наглядности трассировка трубопроводной сети по объекту защиты изображается в аксонометрическом виде.

Компоновка оросителей на распределительном трубопроводе АУП согласно СП 5.13130-2009 может выполняться по тупиковой или кольцевой схеме, симметричная и несимметричная.

Расчет распределительной сети должен проводиться из условия срабатывания всех оросителей, наиболее удаленных от водопитателя и смонтированных на площади 60 м² при этом общая защищаемая площадь может быть во много раз больше, а количество оросителей – достигать 800 или 1200 при использовании сигнализаторов потока жидкости.

Схема и план распределительного трубопровода применительно к торговому залу представлены соответственно на Рис. 4.17 и 4.18.

Количество оросителей наиболее удаленных от водопитателя, защищаемых зону площадью 60 м², согласно рис. составляет

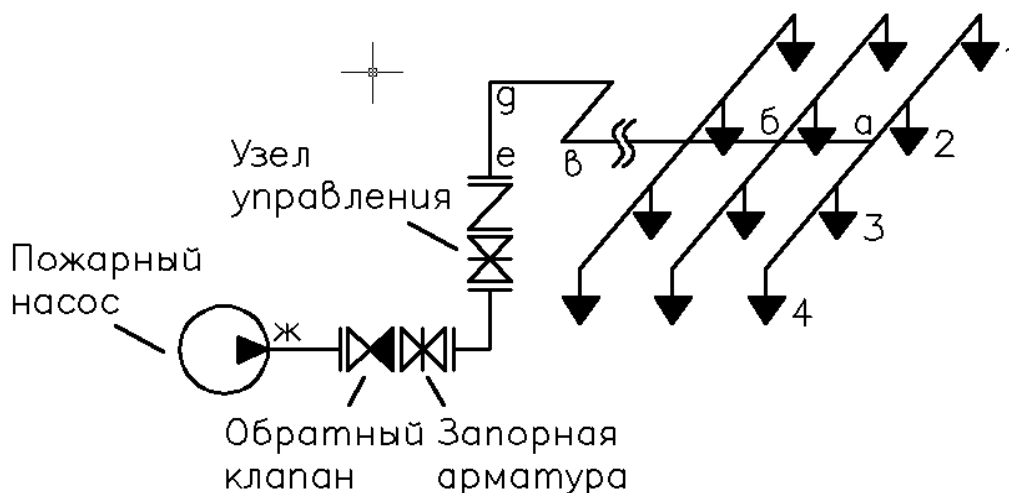


Рис. 4.18. Схема распределительной спринклерной АУП

Расход первого диктующего оросителя 1 является расчетным значением Q_{1-2} на участке L_{1-2} между первым и вторым оросителями.

Диаметр трубопровода на участке L_{1-2} может назначить проектировщик или определяется по формуле:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4Q_{1-2}}{1000\pi v}} = \sqrt{\frac{4 * 1,35}{3,14 * 5 * 1000}} = 0,0185, \text{ м} \quad (4.3)$$

где d_{1-2} — диаметр между первым и вторым оросителями трубопровода, м;

Q_{1-2} — расход ОТВ, л/с;

v — скорость движения воды, м/с.

Диаметр увеличиваем до ближайшего номинального значения по ГОСТ .

Принимаем $d_{1-2} = 0,025 \text{ м}$ ($K_T = 3,65$)

Потери давления P_{1-2} на участке L_{1-2} определяется по формуле

$$P_{1-2} = Q_{1-2}^2 L_{1-2} / 100 K_T = 1,35^2 * 3 / 100 * 3,65 = 0,015 \text{ МПа} \quad (4.4)$$

где K_T — удельная характеристика трубопровода, лб/с²;

Давление у оросителя 2

$$P_2 = P_1 + P_{1-2} = 0,15 + 0,015 = 0,165 \text{ МПа} \quad (4.5)$$

Расход оросителя 2 составит

$$q_2 = 10K \sqrt{P_2} = 10 * 0,35 * \sqrt{0,165} = 1,42 \text{ л/с} \quad (4.6)$$

Расчетный расход на участке между вторым оросителем и точкой a , т. е. на участке $2-a$, будет равен

$$Q_{2-a} = q_1 + q_2 = 1,35 + 1,42 = 2,77 \text{ л/с} \quad (4.7)$$

По расходу воды Q_{2-a} определяем потери давления на участке $2-a$:

$$P_{2-a} = Q_{2-a}^2 L_{2-a} / 100 K_T = 2,77^2 * 1,5 / 100 * 3,65 = 0,0315, \text{ МПа} \quad (4.8)$$

Давление в точке a составит

$$P_a = P_2 + P_{2-a} = 0,165 + 0,0315 = 0,1965 \text{ МПа}$$

Для левой ветви рядка I (Рис.4.18) требуется обеспечить расход Q_{2-a} при давлении P_a . Правая ветвь рядка симметрична левой, поэтому расход для этой ветви тоже будет равен Q_{2-a} , следовательно, и давление в точке a будет равно P_a

В итоге для рядка I имеем давление, равное P_a , и расход воды:

$$Q_1 = 2Q_{2-a} = 2 * 2,77 = 5,54 \text{ л/с} \quad (4.9)$$

Гидравлическую характеристику рядков, выполненных конструктивно одинаково, определяют по обобщенной характеристике расчетного участка трубопровода.

Обобщенную характеристику рядка I определяется из выражения

$$B_{p_1} = Q_1^2 / P_a = 5,54^2 / 0,1965 = 156,2 \quad (4.10)$$

Диаметр трубопровода на участке L_{a-b} может назначить проектировщик:

Диаметр трубопровода на участке назначаем 0,065 м ($K_T=572$)

Потери давления на участке $a-b$ определяется по формуле

$$P_{a-b} = Q^2 L_{a-b} / 100 K_T = 5,54^2 * 2,5 / 100 * 572 = 0,00134 \text{ МПа} \quad (4.11)$$

Давление в точке b составит

$$P_b = P_a + P_{a-b} = 0,1965 + 0,00134 = 0,1978 \text{ МПа} \quad (4.12)$$

Расход воды из рядка II определяют по формуле

$$Q_{II} = \sqrt{B_{p_1} P_b} = \sqrt{156,2 * 0,1978} = 5,56 \text{ л/с} \quad (4.13)$$

Расчет спринклерных АУП проводится из условия

$$Q_n \leq Q_c \quad (4.14)$$

где $Q_n = 10$ л/с — нормативный расход спринклерной АУП согласно таблицам 5.1 СП-5.13130.2009;

$Q_c = 5,54 + 5,56 = 11,1$ л/с — фактический расход спринклерной АУП.

Условие выполняется.

Количество оросителей, обеспечивающих фактический расход Q_c спринклерной АУП с интенсивностью орошения не менее нормативной (с учетом конфигурации принятой площади орошения), должно быть не менее

$$n \geq S / \Omega \quad (4.15)$$

где n — минимальное количество спринклерных оросителей, обеспечивающих фактический расход Q_c всех типов спринклерных АУП с интенсивностью орошения не менее нормативной;

$S = 60 \text{ м}^2$ — минимальная площадь орошения согласно таблице 5.1 СП-5.13130.2009;

$\Omega = 9 \text{ м}^2$ — условная расчетная площадь, защищаемая одним оросителем.

Расчетное количество оросителей 8 шт., что больше минимального количества $n=7$ шт., условие выполняется.

Давление пожарного насоса складывается из следующих составляющих:

$$P_H = P_G + P_B + \sum P_M + P_{yy} + P_D + Z - P_{BX} = P_{TP} - P_{BX} \quad (4.16)$$

где P_H — требуемое давление пожарного насоса, МПа;

P_G — потери давления на горизонтальном участке трубопровода, МПа;

P_B — потери давления на вертикальном участке трубопровода, МПа;

P_M — потери давления в местных сопротивлениях (фасонных деталях), МПа;

P_{yy} — местные сопротивления в узле управления (сигнальном клапане, задвижках, затворах), МПа;

P_D — давление у диктующей защищаемой площади, МПа;

Z — пьезометрическое давление (геометрическая высота диктующего оросителя над осью пожарного насоса), МПа; $Z = H/100$;

P_{BX} — давление на входе пожарного насоса (определяется согласно варианту), МПа,

P_{TP} — давление требуемое, МПа.

От точки δ до пожарного насоса вычисляются потери давления в трубах по длине с учетом местных сопротивлений, в том числе в узлах управления (сигнальных клапанах, задвижках, затворах).

Гидравлические потери давления в диктующем питающем трубопроводе определяется суммированием гидравлических потерь на отдельных участках трубопровода по формуле:

$$\Delta P_i = Q^2 L_i / 100 K_T, \quad (4.17)$$

где ΔP_i — гидравлические потери давления на участке L_i , МПа;

Q — расход ОТВ, л/с;

K_T — удельная характеристика трубопровода на участке L_i ;

Для питающего трубопровода на участке б-в, принимаем трубу Ду-0,065 ($K_T=572$)

Результаты расчета представлены в таблице 4.4

Таблица 4.4. Результаты расчета

Потери давлени я	Участок	Длина участка м	Диаметр Трубопровода м	Расход на участке л/с	Потеря давления на участке МПа
P_G	б-в	23,75	0,065 ($K_T=572$)	11,1	0,051
	в-д	4,5	0,065 ($K_T=572$)	11,1	0,0096
P_B	д-е	2,5	0,065 ($K_T=572$)	11,1	0,0052
P_{yy}	Сигнальный клапан АВ-1		0,065	11,1	0,0076
	Задвижка -3 шт.		0,065	11,1	0,0243
	Обратный клапан – 1шт.		0,065	11,1	0,009
P_M	Отвод – 5 шт.		0,065	11,1	0,021

Пьезометрическое давление при высоте потолка 4 м и высоте оси пожарного насоса 0.5 м составляет $Z=0,035$ МПа.

Потери давления в местных сопротивлениях $P_m=0,0005$ Мпа.

Потери напора в узлах управления установок $P_{уу}$, м. определяются по формуле

$$\text{- в спринклерном, } P_{уус} = \xi_{уус} \rho Q^2 = (\xi_{кс} + \xi_з) Q^2 \quad (4.18)$$

$$\text{- в дренчерном, } P_{ууд} = \xi_{ууд} \rho Q^2 = (\xi_{кд} + \xi_з) Q^2 \quad (4.19)$$

где $\xi_{уус}$, $\xi_{ууд}$, $\xi_{кс}$, $\xi_{кд}$, $\xi_з$ — коэффициенты потерь напора соответственно в спринклерном и дренчерном узле управления, в спринклерном и дренчерном сигнальном клапане и в запорном устройстве;

Q — расчетный расход воды или раствора пенообразователя через узел управления, л/с.

Требуемое давление пожарного насоса составляет:

$$P_n = (0,051 + 0,0096) + 0,0052 + 0,021 + (0,009 + 0,0243 + 0,0076) + 0,035 + 0,1978 - 0,15 = 0,193 \text{ МПа}$$

Расчет ведут таким образом, чтобы давление у узла управления не превышало 1 МПа, если иное не оговорено в технических условиях.

Давление у узла управления не превышает 1 МПа.

С учетом выбранной группы объекта защиты продолжительность подачи огнетушащего вещества составит 30 мин.

Подбираем по расчетному давлению и расходу тип и марку пожарного насоса: КМ 80-65-160б/2-5. Технические характеристики центробежных насосов.

Пример 2. Разработать автоматическую систему спринклерного пожаротушения пеной низкой кратности помещения клееприготовительного производства с применением ЛВЖ и ГЖ. Размеры помещения 30м-24м-3,5м. Помещение отапливаемое.

Решение:

Согласно приложению Б СП-5.13130.2009 по степени пожарной опасности функциональному назначению относится к группе помещений – 4.1. С учетом выбранной группы объекта защиты, определяем параметры установки пожаротушения в соответствии с Таблицей 5.1 СП-5.13130.2009: интенсивность орошения пеной - 0,15 л/(с*м²); расход огнетушащего вещества – не менее 55 л/с; минимальная площадь орошения – не менее 180 м²; расстояние между оросителями – не более 4 м; продолжительность подачи – 60 мин; давление на входе пожарного насоса – 0,15 МПа.

Выбор типа оросителя производится в соответствии с его расходом, интенсивностью орошения и защищаемой им площадью, а также архитектурно-планировочными решениями защищаемого объекта. Предпочтение необходимо отдавать тем оросителям, которые при наименьшем давлении, имеют нормативную интенсивность орошения.

В пределах одного помещения должны использоваться только однотипные оросители с одинаковыми диаметрами выходных отверстий.

Выбираем тип 15 мм оросителя – СПО0-РУо(д)0,74-R1/2/P57.В3-«СПУ-15» (диаметр выходного отверстия., коэффициент производительности $K=0,74$).

С учетом нормативной интенсивности орошения и высоты расположения оросителя, по паспортным данным на ороситель или приложение настоящего пособия, определяем: минимальное давление, которое необходимо обеспечить у диктующего оросителя $P = 0,2$ МПа; площадь защиты одним оросителем; максимальное расстояние между оросителями не более 4 м.

Скорость движения воды в напорных трубопроводах должна быть не более 10 м/с, принимаем – 5 м/с.

Расчетный расход воды через диктующий ороситель, расположенный в диктующей защищаемой орошаемой площади, определяется по формуле:

$$q_1 = 10K\sqrt{P} = 10 * 0,74 * \sqrt{0,2} = 3,3 \text{ л/с} \quad (4.20)$$

где q_1 — расход ОТВ через диктующий ороситель, л/с;

K — коэффициент производительности оросителя, принимаемый по технической документации на изделие, л/(с·МПа^{0,5});

P — давление перед оросителем, МПа.

Минимальное расчетное количество оросителей необходимое для защиты диктующей площади:

$$n = Q_H / q_1 = 55 / 3,3 = 16,7 = 17 \text{ шт.} \quad (4.21)$$

где $Q_H = 55$ л/с — нормативный расход спринклерной АУП согласно таблицам 5.1 СП-5.13130.2009;

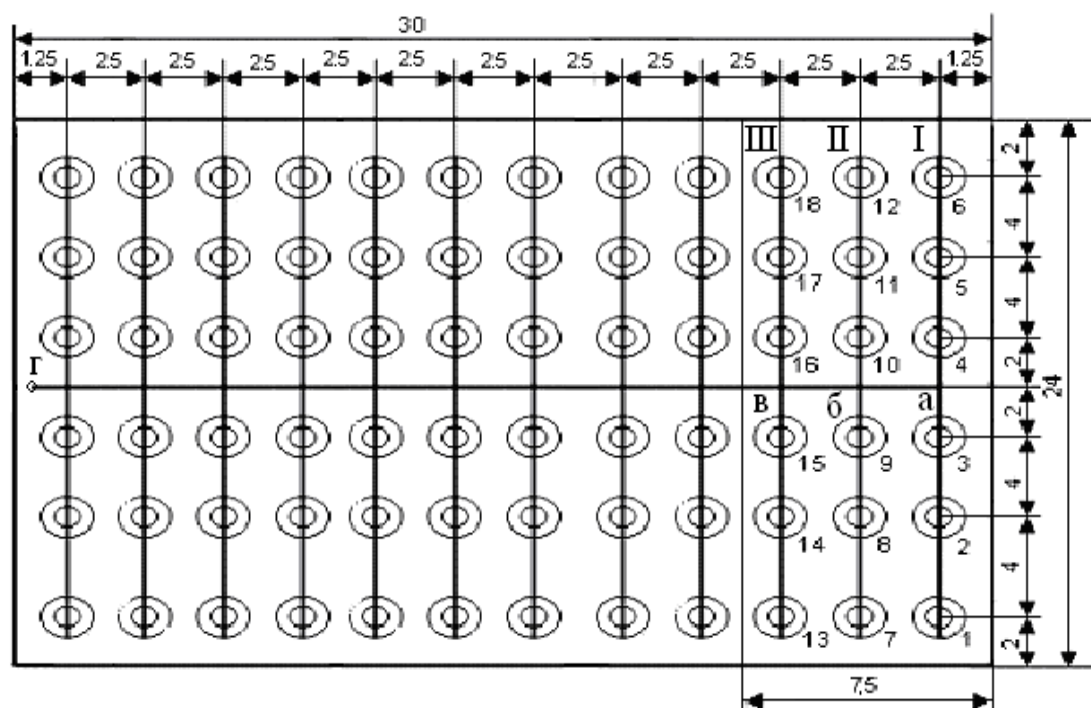


Рис. 4.19. План размещения оросителей

Намечаем трассировку трубопроводной сети; для наглядности трассировка трубопроводной сети по объекту защиты изображается в аксонометрическом виде.

Компоновка оросителей на распределительном трубопроводе АУП согласно СП 5.13130-2009 выполняется по тупиковой или кольцевой схеме, симметричная и несимметричная.

Расчет распределительной сети должен проводиться из условия срабатывания всех оросителей, наиболее удаленных от водопитателя и смонтированных на площади 60 м² при этом общая защищаемая площадь может быть во много раз больше, а количество оросителей – достигать 800 или 1200 при использовании сигнализаторов потока жидкости.

Схема и план распределительного трубопровода применительно к торговому залу представлены соответственно на рис.4.19. и 4.20.

Количество оросителей наиболее удаленных от водопитателя, защищаемых зону площадью 180 м², согласно рис.4.20 составляет

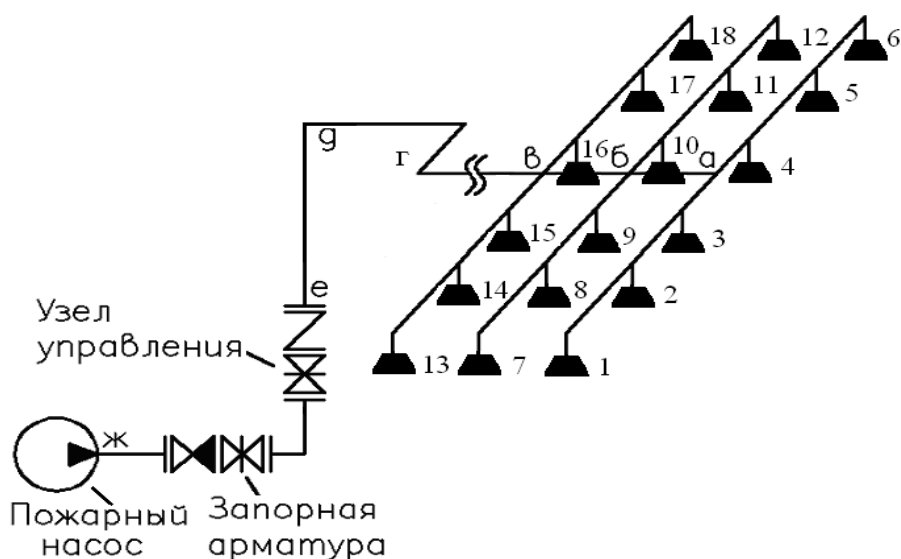


Рис. 4.20. Схема распределительной спринклерной АУП

Расход первого диктующего оросителя I является расчетным значением Q_{1-2} на участке L_{1-2} между первым и вторым оросителями.

Диаметр трубопровода на участке L_{1-2} может назначить проектировщик или определяется по формуле:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4Q_{1-2}}{1000\pi v}} = \sqrt{\frac{4 * 3,3}{3,14 * 5 * 1000}} = 0,028, \text{ м} \quad (4.22)$$

где d_{1-2} — диаметр между первым и вторым оросителями трубопровода, м;

Q_{1-2} — расход ОТВ, л/с;

v — скорость движения воды, м/с.

Диаметр увеличиваем до ближайшего номинального значения по ГОСТ 10704. Принимаем $d_{1-2}=0,032\text{м}$ ($K_T=13,97$)

Потери давления P_{1-2} на участке L_{1-2} определяется по формуле

$$P_{1-2} = Q_{1-2}^2 L_{1-2} / 100K_T = 3,3^2 * 4 / 100 * 13,97 = 0,031 \text{ МПа} \quad (4.23)$$

где K_T — удельная характеристика трубопровода, лб/с²;

Давление у оросителя 2

$$P_2 = P_1 + P_{1-2} = 0,2 + 0,031 = 0,231 \text{ МПа} \quad (4.24)$$

Расход оросителя 2 составит

$$q_2 = 10K\sqrt{P_2} = 10 * 0,74 * \sqrt{0,231} = 3,56 \text{ л/с} \quad (4.25)$$

Расчетный расход на участке между вторым оросителем и третьим оросителем, т. е. на участке 2–3, будет равен

$$Q_{2-3} = q_1 + q_2 = 3,3 + 3,56 = 6,86 \text{ л/с} \quad (4.26)$$

По расходу воды Q_{2-3} определяем потери давления на участке 2–3:

$$P_{2-3} = Q_{2-3}^2 L_{2-3} / 100K_T = 6,86^2 * 4 / 100 * 13,97 = 0,135 \text{ МПа} \quad (4.27)$$

Давление у 3 оросителя составит

$$P_3 = P_2 + P_{2-3} = 0,231 + 0,135 = 0,366 \text{ МПа} \quad (4.28)$$

Расход оросителя 3 составит

$$q_3 = 10K\sqrt{P_3} = 10 * 0,74 * \sqrt{0,366} = 4,48 \text{ л/с} \quad (4.29)$$

Расчетный расход на участке между третьим оросителем и точкой а, т. е. на участке 3–а, будет равен

$$Q_{3-a} = q_1 + q_2 + q_3 = 3,3 + 3,56 + 4,48 = 11,34 \text{ л/с} \quad (4.30)$$

По расходу воды Q_{3-a} определяем потери давления на участке 3-а

$$P_{3-a} = Q_{3-a}^2 L_{3-a} / 100K_T = 11,34^2 * 2 / 100 * 13,97 = 0,184 \text{ МПа} \quad (4.31)$$

Давление в точке а составит

$$P_a = P_3 + P_{3-a} = 0,366 + 0,184 = 0,55 \text{ МПа} \quad (4.32)$$

Для левой ветви рядка I (Рис.4.20) требуется обеспечить расход Q_{3-a} при давлении P_a . Правая ветвь рядка симметрична левой, поэтому расход для этой ветви тоже будет равен Q_{3-a} , следовательно, и давление в точке а будет равно P_a .

В итоге для рядка I имеем давление, равное P_a , и расход воды:

$$Q_1 = 2Q_{3-a} = 2 * 11,34 = 22,68 \text{ л/с} \quad (4.33)$$

Гидравлическую характеристику рядков, выполненных конструктивно одинаково, определяют по обобщенной характеристике расчетного участка трубопровода.

Обобщенную характеристику рядка I определяется из выражения

$$B_{p_1} = Q_1^2 / P_a = 22,68^2 / 0,55 = 935 \quad (4.34)$$

Диаметр трубопровода на участке L_{a-b} может назначить проектировщик:

Диаметр трубопровода на участке назначаем 0,065 м ($K_T=572$)

Потери давления на участке $a-b$ определяется по формуле

$$P_{a-b} = Q_1^2 L_{a-b} / 100K_T = 22,68^2 * 2,5 / 100 * 572 = 0,022 \text{ МПа} \quad (4.35)$$

Давление в точке *б* составит

$$P_b = P_a + P_{a-b} = 0,55 + 0,022 = 0,572 \text{ МПа} \quad (4.36)$$

Расход воды из рядка II определяют по формуле

$$Q_{II} = \sqrt{B_{PI} P_b} = \sqrt{935 * 0,572} = 23,13 \text{ л/с} \quad (4.37)$$

Потери давления на участке *б-в* определяется по формуле

$$P_{b-v} = Q_{II}^2 L_{b-v} / 100 K_T = 23,13^2 * 2,5 / 100 * 572 = 0,023 \text{ МПа} \quad (4.38)$$

Давление в точке *в* составит

$$P_v = P_b + P_{b-v} = 0,572 + 0,023 = 0,595 \text{ МПа} \quad (4.39)$$

Расход воды из рядка III определяют по формуле

$$Q_{III} = \sqrt{B_{PI} P_v} = \sqrt{935 * 0,595} = 23,59 \text{ л/с} \quad (4.40)$$

Общий расход сети

$$Q_c = 22,68 + 23,13 + 23,59 = 69,37 \text{ л/с}$$

Расчет спринклерных АУП проводится из условия

$$Q_n \leq Q_c \quad (4.41)$$

где $Q_n = 55$ л/с — нормативный расход спринклерной АУП согласно таблицам 5.1 СП-5.13130.2009;

$Q_c = 69,37$ л/с — фактический расход спринклерной АУП. Условие выполняется.

Количество оросителей, обеспечивающих фактический расход Q_c спринклерной АУП с интенсивностью орошения не менее нормативной (с учетом конфигурации принятой площади орошения), должно быть не менее

$$n \geq S / \Omega \quad (4.42)$$

где n — минимальное количество спринклерных оросителей, обеспечивающих фактический расход Q_c всех типов спринклерных АУП с интенсивностью орошения не менее нормативной;

$S = 180 \text{ м}^2$ — минимальная площадь орошения согласно таблице 5.1 СП-5.13130.2009;

$\Omega = 16 \text{ м}^2$ — условная расчетная площадь, защищаемая одним оросителем.

Расчетное количество оросителей 18 шт., что больше минимального количества $n=12$ шт., условие выполняется.

Давление пожарного насоса складывается из следующих составляющих:

$$P_n = P_{Г} + P_{В} + \sum P_{М} + P_{уу} + P_{Д} + Z - P_{ВХ} = P_{ТР} - P_{ВХ} \quad (4.43)$$

где P_n — требуемое давление пожарного насоса, МПа;

$P_{Г}$ — потери давления на горизонтальном участке трубопровода, МПа;

$P_{В}$ — потери давления на вертикальном участке трубопровода, МПа;

$P_{М}$ — потери давления в местных сопротивлениях (фасонных деталях), МПа;

P_{yy} — местные сопротивления в узле управления (сигнальном клапане, задвижках, затворах), МПа;

P_D — давление у диктующей защищаемой площади, МПа;

Z — пьезометрическое давление (геометрическая высота диктующего оросителя над осью пожарного насоса), МПа; $Z = H/100$;

P_{BX} — давление на входе пожарного насоса (определяется согласно варианту), МПа,

P_{TP} — давление требуемое, МПа.

От точки d до пожарного насоса вычисляются потери давления в трубах по длине с учетом местных сопротивлений, в том числе в узлах управления (сигнальных клапанах, задвижках, затворах).

Гидравлические потери давления в диктующем питающем трубопроводе определяется суммированием гидравлических потерь на отдельных участках трубопровода по формуле:

$$\Delta P_l = Q^2 L_l / 100 K_T, \quad (4.44)$$

где ΔP_l — гидравлические потери давления на участке L_l , МПа;

Q — расход ОТВ, л/с;

K_T — удельная характеристика трубопровода на участке L_l ;

Для питающего трубопровода на участке б-в, принимаем трубу Ду-0,065 ($K_T=572$)

Результаты расчета представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Результаты расчета

Потери давления	Участок	Длина участка м	Диаметр Трубопровода м	Расход на участке л/с	Потеря давления на участке МПа
P_T	в-г	22,5	0,065 ($K_T=572$)	69,37	0,027
	г-д	4,5	0,065 ($K_T=572$)	69,37	0,005
P_B	д-е	2,5	0,065 ($K_T=572$)	69,37	0,003
P_{yy}	Сигнальный клапан AV-1		0,065	69,37	0,0076
	Задвижка -3 шт.		0,065	69,37	0,0243
	Обратный клапан – 1шт.		0,065	69,37	0,009
P_M	Отвод – 5 шт.		0,065	69,37	0,021

Пьезометрическое давление при высоте потолка 3м и высоте оси пожарного насоса 0.5 м составляет $Z=0,03$ МПа.

Потери давления в местных сопротивлениях $P_M=0,0005$ Мпа.

Потери напора в узлах управления установок P_{VY} , м. определяются по формуле

- в спринклерном;
$$P_{yuc} = \xi_{yuc} \gamma Q^2 = (\xi_{kc} + \xi_3) Q^2 \quad (4.45)$$

$$\text{- в дренчерном, } P_{ууд} = \xi_{ууд} \rho Q^2 = (\xi_{кд} + \xi_3) Q^2 \quad (4.46)$$

где $\xi_{уус}, \xi_{ууд}, \xi_{кс}, \xi_{кд}, \xi_3$ — коэффициенты потерь напора соответственно в спринклерном и дренчерном узле управления, в спринклерном и дренчерном сигнальном клапане и в запорном устройстве (принимается по технической документации на узел, задвижку);

Q — расчетный расход воды или раствора пенообразователя через узел управления, л/с.

Требуемое давление пожарного насоса составляет:

$$P_H = (0,595 + 0,027 + 0,005) + 0,003 + 0,021 + (0,009 + 0,0243 + 0,0076) + 0,2 + 0,03 - 0,15 = 0,771 \text{ МПа}$$

Расчет ведут таким образом, чтобы давление у узла управления не превышало 1 МПа, если иное не оговорено в технических условиях.

Давление у узла управления не превышает 1 МПа.

С учетом выбранной группы объекта защиты продолжительность подачи огнетушащего вещества составит 60 мин.

Подбираем по расчетному давлению и расходу тип и марку пожарного насоса: КМ 80-65-160б/2-5. Технические характеристики центробежных насосов.

4.2. Автоматические установки газового пожаротушения

Автоматические установки газового пожаротушения должны обеспечивать:

- 1) своевременное обнаружение пожара автоматической установкой пожарной сигнализации, входящей в состав автоматической установки газового пожаротушения;
- 2) возможность задержки подачи газового огнетушащего вещества в течение времени, необходимого для эвакуации людей из защищаемого помещения;
- 3) создание огнетушащей концентрации газового огнетушащего вещества в защищаемом объеме или над поверхностью горящего материала за время, необходимое для тушения пожара.

Под автоматическими установками газового пожаротушения (АУГП) понимается - совокупность стационарных технических средств пожаротушения для тушения очагов пожара за счет автоматического выпуска газового огнетушащего вещества (состава).

В основе классификации АУГП, лежат их конструктивные особенности и физико-химические свойства огнетушащего вещества.

По конструктивному исполнению - АУГП двух типов:

1. централизованные;
2. модульные.

Централизованной автоматической установкой газового пожаротушения считается установка, содержащая батареи (модули) с газовым огнетушащим составом, размещенные в станции пожаротушения, и предназначенная для защиты

двух и более помещений. При этом модуль пожаротушения - устройство, в корпусе которого совмещены функции хранения и подачи газового огнетушащего состава при воздействии пускового импульса на привод модуля, а батарея газового пожаротушения - группу модулей, объединенных общим коллектором и устройством ручного пуска, позволяющих осуществлять выпуск газового огнетушащего состава из группы или отдельных модулей.

Модульной установкой пожаротушения является АУГП, состоящая из одного или нескольких модулей, способных самостоятельно выполнять функцию пожаротушения и размещенных в защищаемом помещении или рядом с ним. Модульной установкой пожаротушения называется любая не трубопроводная автоматическая установка пожаротушения, предусматривающая размещение емкости с огнетушащим веществом и пусковым устройством непосредственно в защищаемом помещении.

Для хранения газовых огнетушащих составов применяются баллоны и изотермические резервуары различной емкости. Изотермические резервуары используются в составе автоматических установок газового пожаротушения для хранения двуокиси углерода, азота или аргона в сжиженном состоянии, а также для их подачи.

Изотермический резервуар АУГП представляет собой сосуд (баллон, цистерну и т.п.), снабженный холодильным агрегатом или реконденсатором.

Газовый огнетушащий состав (ГОС) — огнетушащее вещество, которое при тушении пламени находится в газообразном состоянии и представляет собой индивидуальное химическое соединение или смесь из них.

В зависимости от механизма тушения подразделяет газовые огнетушащие составы на две квалификационные группировки:

инертные разбавители, снижающие содержание кислорода в зоне горения и образующие в ней инертную среду (инертные газы - двуокись углерода, азот, гелий, аргон и их смеси);

ингибиторы, тормозящие процесс горения (галогидоугдеводороды и их смеси с инертными газами).

В зависимости от применяемых газовых огнетушащих составов, установки подразделяются на установки азотного, парового, углекислотного и хладонового пожаротушения.

4.2.1 Классификация, устройство и принцип работы установки газового пожаротушения

Установки подразделяются:

по способу тушения: объемного тушения, локального по объему;

по способу хранения газового огнетушащего вещества: централизованные, модульные;

по способу включения от пускового импульса: с электрическим, пневматическим, механическим пуском или их комбинацией.

Для автоматической установки газового пожаротушения (АУГП) могут быть предусмотрены следующие виды включения (пуска):

автоматический (основной);

дистанционный (ручной);

местный (ручной).

Технологическая часть установок содержит сосуды с ГОТВ, трубопроводы и насадки.

В установках применяются ГОТВ приведенные в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Газовые огнетушащие составы

Сжиженные газы	Сжатые газы
Двуокись углерода (CO ₂)	Азот (N ₂)
Хладон 23 (CF ₃ H)	Аргон (Ar)
Хладон 125 (C ₂ F ₅ H)	Инерген:
Хладон 218 (C ₃ F ₈)	азот - 52 % (об.)
Хладон 227ea (C ₃ F ₇ H)	аргон - 40 % (об.)
Хладон 318Ц (C ₄ F ₈)	двуокись углерода - 8 % (об.)
Шестифтористая сера (SF ₆)	

Рассмотрим принцип работы установки газового пожаротушения на примере автоматической установки газового пожаротушения с пневматическим пуском (АУГП).

При пожаре в помещении №3 температура в помещении повышается. Тепловой замок на спринклере (14) разрушается. Сжатый воздух (2 атм), находящийся в побудительном трубопроводе (15) выходит и давление в нем падает. Падает давление (2 атм) в побудительной трубе (23). Электроконтактный манометр выдает сигнал «ПОЖАР» на прибор управления пожарный (1). Включается световая и звуковая сигнализация. В защищаемом помещении табло «ГАЗ-УХОДИ» (6), у входа в защищаемое помещение табло «ГАЗ-НЕ ВХОДИТЬ» (5). Открывается клапан воздушный пусковой (22). Сжатый воздух (25 атм) выходит из побудительного баллона (33), открывает распределительное устройство (20) для данного защищаемого помещения и открывает головку-затвор (типа ГЗСМ) (24) на пусковом баллоне (32) секции с основными баллонами. Сжатый воздух из пускового баллона (32) через обратный клапан (29) поступает в секционный коллектор (28). Запорный клапан (26) находится в это время в закрытом состоянии. Секционный предохранитель (27) закрывается. Сжатый воздух открывает головки автоматические для выпуска заряда (30) на всех основных баллонах. ГОС, хранящийся в баллонах под давлением до 125 атм, выходит из баллонов в секционный коллектор, затем открывает запорный клапан и через открытое распределительное устройство магистральный (12) и распределительный (11) трубопроводы поступает к выпускным насадкам (4) и равномерно распределяется по защищаемому объему помещения. Сигнализаторы давления (17) срабатывают и выдают сигнал на прибор управления пожарный о подаче ГОС в защищаемое помещение.

Следует заметить, что число побудительных труб (23), побудительных баллонов (33) и распределительных устройств (20) равно числу секций (защищаемых помещений). Кран ручного пуска (13) служит для дистанционного пуска установки. Кран (18) служит для отключения автоматического пуска. При закрытом кране (18) возможен только местный пуск. Местный пуск АУГП осуществляется открытием распределительного устройства требуемого направления и головки-затвора на секции с резервными баллонами вручную в помещении станции пожаротушения.

При срабатывании АУГП прибор управления пожарный формирует командные импульсы на отключение систем вентиляции, кондиционирования, воздушного отопления и технологического оборудования в защищаемом помещении.

Перед выпуском ГОС в защищаемое помещение прибор управления пожарный формирует командные импульсы для закрытия противопожарных клапанов, заслонок вентиляционных коробов и т.п.

АУГП централизованного типа кроме расчетного должны иметь 100% резерв ГОС. Батареи (модули) для хранения основного и резервного ГОС должны иметь баллоны одного типоразмера и быть заполнены одинаковым количеством ГОС. Резерв ГОС хранится в помещении станции пожаротушения.

АУГП модульного типа, имеющие на объекте модули одного типоразмера, должны иметь запас ГОС из расчета 100% замены в установке, защищающей помещение наибольшего объема. Запас ГОС хранится на складе объекта.

На рисунке 4.21. представлена принципиальная схема установки газового пожаротушения с пневматическим пуском

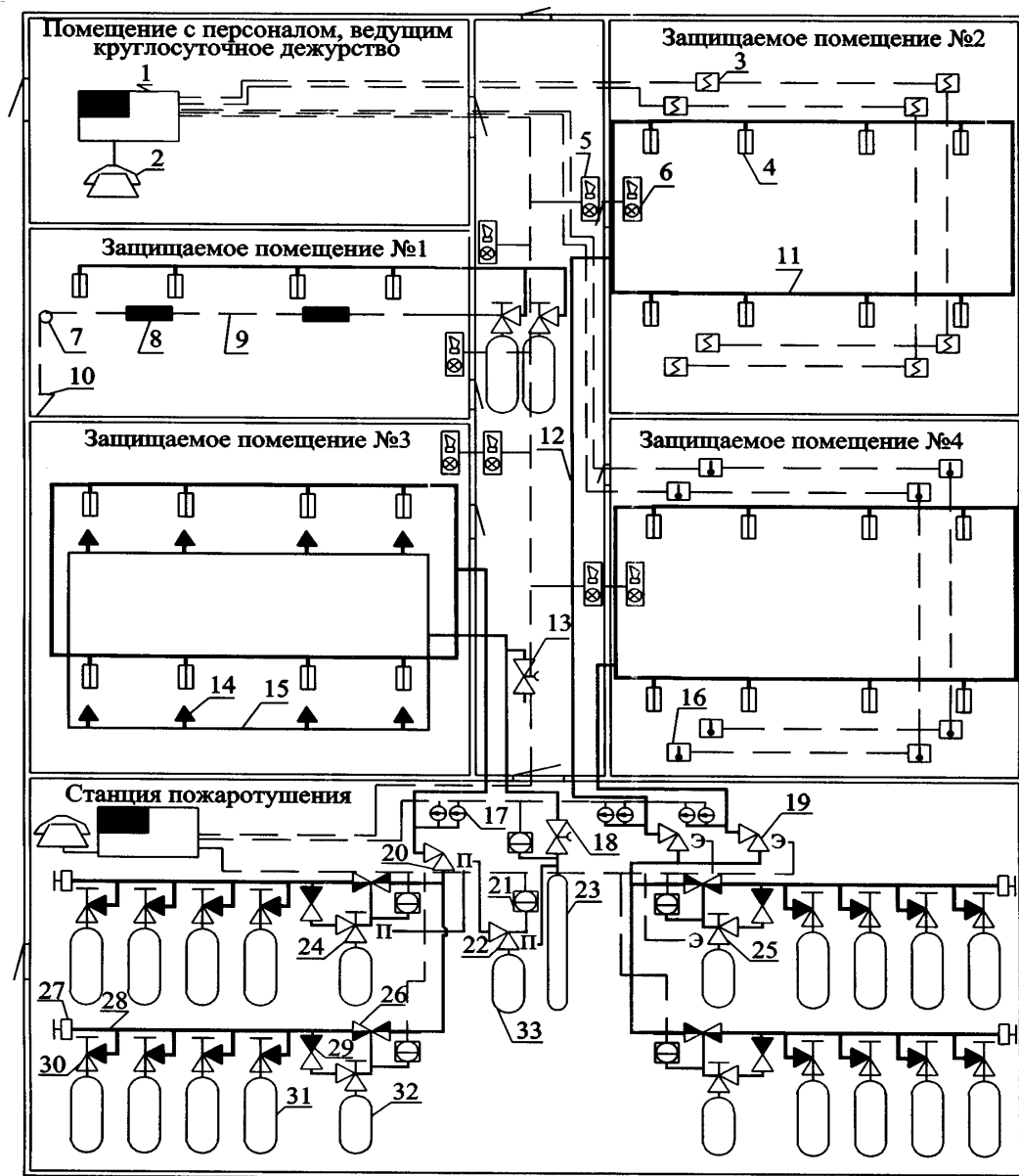


Рис. 4.21. Схема установки газового пожаротушения с пневматическим пуском
 1-прибор управления пожарный; 2-телефон; 3-дымовой автоматический пожарный извещатель; 4- насадок для выпуска газового огнетушащего состава; 5-светозвуковое табло «Газ-не входи»; 6-светозвуковое табло «Газ-уйди»; 7-ролик натяжения троса; 8-легкоплавкий замок; 9-трос; 10-устройство для натяжения троса; 11-распределительный трубопровод; 12-магистральный трубопровод; 13-кран ручного пуска; 14-спринклер; 15-побудительный трубопровод; 16-тепловой автоматический пожарный извещатель; 17-сигнализатор давления; 18-кран отключения автоматического пуска; 19-распределительное устройство с электропуском; 20-распределительное устройство с пневмопуском; 21-электродатчик манометр; 22-клапан воздушный пневматический; 23-побудительная труба; 24-головка-затвор с пневмопуском; 25-головка-затвор с электропуском; 26-запорный клапан; 27-секционный предохранитель; 28-секционный коллектор; 29-обратный клапан; 30-головка автоматическая для выпуска заряда; 31-баллон с газовым огнетушащим составом; 32-пусковой баллон; 33-побудительный баллон

Требования пожарной безопасности к установкам газового пожаротушения.

Установки газового пожаротушения применяются для ликвидации пожаров классов А, В, С по ГОСТ 27331 и электрооборудования (электроустановок с напряжением не выше указанного в ТД на используемые газовые огнетушащие вещества (ГОТВ)).

При этом установки не должны применяться для тушения пожаров:

волокнистых, сыпучих, пористых и других горючих материалов, склонных к самовозгоранию и тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и др.);

химических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха;

гидридов металлов и пирофорных веществ;

порошков металлов (натрий, калий, магний, титан и др.).

Запрещается применение установок объемного углекислотного (СО₂) пожаротушения:

а) в помещениях, которые не могут быть покинуты людьми до начала работы установки;

б) помещениях с большим количеством людей (50 человек и более).

Установки объемного пожаротушения (кроме установок азотного и аргонного пожаротушения) применяются для защиты помещений (оборудования), имеющих стационарные ограждающие конструкции с параметром негерметичности не более значений, указанных в таблице Д12 приложения Д.

Для установок азотного и аргонного пожаротушения параметр негерметичности не должен превышать 0,001 м⁻¹.

Общие требования к установкам газового пожаротушения

Установки должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 50969. Исполнение оборудования, входящего в состав установки, должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации.

При составлении проекта технологической части установки производят расчеты:

массы ГОТВ в установке пожаротушения (приложение Е). Исходные данные для расчета массы приведены в приложении Д; диаметра трубопроводов установки, типа и количества насадков, времени подачи ГОТВ (гидравлический расчет). Методика расчета для углекислотной установки, содержащей изотермический резервуар, приведена в приложении Ж. Для остальных установок расчет рекомендуется производить по методикам, согласованным в установленном порядке; площади проема для сброса избыточного давления в защищаемом помещении при подаче газового огнетушащего вещества (приложение З).

Количество газового огнетушащего вещества.

Расчетное количество (масса) ГОТВ в установке должно быть достаточным для обеспечения его нормативной огнетушащей концентрации в

любом защищаемом помещении или группе помещений, защищаемых одновременно.

Централизованные установки, кроме расчетного количества ГОТВ, должны иметь его 100 %-ный резерв.

Допускается совместное хранение расчетного количества и резерва ГОТВ в изотермическом резервуаре при условии оборудования последнего запорно-пусковым устройством с реверсивным приводом и техническими средствами его управления.

Модульные установки, кроме расчетного количества ГОТВ, должны иметь его 100 %-ный запас.

При наличии на объекте нескольких модульных установок запас предусматривается в объеме, достаточном для восстановления работоспособности установки, сработавшей в любом из защищаемых помещений объекта.

Запас следует хранить в модулях, аналогичных модулям установок. Модули с запасом должны быть подготовлены к монтажу в установки.

Модули с запасом должны храниться на складе объекта или организации, осуществляющей сервисное обслуживание установок пожаротушения.

При необходимости испытаний установки запас ГОТВ на проведение указанных испытаний принимается из условия защиты помещения наименьшего объема, если нет других требований.

Временные характеристики.

Установка должна обеспечивать задержку выпуска газового огнетушащего вещества в защищаемое помещение при автоматическом и дистанционном пуске на время, необходимое для эвакуации из помещения людей, отключение вентиляции (кондиционирования и т. п.), закрытие заслонок (противопожарных клапанов и т. д.), но не менее 10 с от момента включения в помещении устройств оповещения об эвакуации.

Время полного закрытия заслонок (клапанов) в воздуховодах вентиляционных систем в защищаемом помещении не должно превышать указанного времени задержки в это помещение.

Примечание. Допускается не отключать при пожаротушении вентиляционные установки, которые обеспечивают безопасность технологического процесса в защищаемом помещении. При этом расчет установки производится по специальной методике с учетом индивидуальных особенностей защищаемого объекта.

Установка должна обеспечивать инерционность (время срабатывания без учета времени задержки выпуска ГОТВ) не более 15 с.

Установка должна обеспечивать подачу не менее 95 % массы газового огнетушащего вещества, требуемой для создания нормативной огнетушащей концентрации в защищаемом помещении, за временной интервал, не превышающий:

10 с для модульных установок, в которых в качестве ГОТВ применяются сжиженные газы (кроме двуокиси углерода);

15 с для централизованных установок, в которых в качестве ГОТВ применяются сжиженные газы (кроме двуокиси углерода);

60 с для модульных и централизованных установок, в которых в качестве ГОТВ применяются двуокись углерода или сжатые газы.

Номинальное значение временного интервала определяется при хранении сосуда с ГОТВ при температуре 20 ° С.

Станция пожаротушения.

Помещения станций пожаротушения должны быть отделены от других помещений противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа.

Помещения станции нельзя располагать под и над помещениями категорий А и Б.

Помещения станций пожаротушения, как правило, необходимо располагать в подвале, на цокольном этаже или первом этаже зданий. Допускается размещение станции пожаротушения выше первого этажа, при этом подъемно-транспортные устройства зданий, сооружений должны обеспечивать возможность доставки оборудования к месту установки и проведения эксплуатационных работ. Выход из станции следует предусматривать наружу, на лестничную клетку, имеющую выход наружу, в вестибюль или в коридор, при условии, что расстояние от выхода из станции до лестничной клетки не превышает 25 м и в этот коридор нет выходов из помещений категорий А и Б.

Примечание. Изотермические резервуары допускается устанавливать вне помещения станции с устройством навеса для защиты от осадков и солнечной радиации с ограждением по периметру площадки. При этом следует:

предусмотреть в месте установки резервуара аварийное освещение;

выполнить мероприятия, исключающие несанкционированный доступ людей к резервуару, узлам его управления (пуска) и распределительным устройствам;

предусмотреть подъездные пути к резервуару.

Высота помещения станции пожаротушения должна быть не менее 2,5 м для установок, в которых применяются модули или батареи. Минимальная высота помещения при использовании изотермического резервуара определяется высотой резервуара с учетом обеспечения расстояния от него до потолка не менее 1 м.

В помещениях станций пожаротушения должна быть температура от 5 до 35 ° С, относительная влажность воздуха не более 80 % при 25 ° С, освещенность – не менее 100 лк при люминесцентных лампах или не менее 75 лк при лампах накаливания.

Помещения станций должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией с не менее чем двукратным воздухообменом, а также телефонной связью с помещением дежурного персонала, ведущим круглосуточное дежурство.

У входа в помещение станции должно быть установлено световое табло «Станция пожаротушения». Входная дверь должна иметь запорное устройство,

исключающее несанкционированный доступ в помещение станции пожаротушения.

Размещение приборов и оборудования в помещении станции пожаротушения должно обеспечивать возможность их обслуживания.

Устройства местного пуска.

Централизованные установки должны быть оснащены устройствами местного пуска.

Местный пуск модульных установок, модули которых размещены в защищаемом помещении, должен быть исключен. При наличии пусковых элементов на модулях они должны быть заблокированы.

Местный пуск модульных установок, модули которых размещены вне защищаемого помещения, как правило, не предусматривается. В обоснованных случаях местный пуск может быть применен, при этом пусковые элементы должны:

располагаться вне защищаемого помещения в зоне, безопасной от воздействия факторов пожара;

иметь ограждение с запорным устройством, исключающим несанкционированный доступ к ним;

обеспечивать одновременное приведение в действие всех пусковых элементов (т. е. модулей) установки.

Пусковые элементы устройств местного пуска должны располагаться на высоте не более 1,7 м от пола.

При наличии нескольких направлений подачи ГОТВ пусковые элементы устройств местного пуска батарей (модулей) и распределительных устройств должны иметь таблички с указанием защищаемого помещения (направления).

Требования к защищаемым помещениям

Параметр негерметичности защищаемых помещений не должен превышать нормативных значений. Должны быть приняты меры по ликвидации технологически необоснованных проемов, установлены доводчики дверей, уплотнены кабельные проходки.

В помещении предусматривается постоянно открытый проем (или устройство, проем которого открывается при подаче ГОТВ) для сброса давления, если его необходимость подтверждена расчетом по методике, приведенной в приложении 8.

В системах воздухопроводов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

Исключением являются вентиляционные установки, которые обеспечивают безопасность технологического процесса в защищаемом помещении, при этом расчет установки производится по дополнительным нормам, разрабатываемым для конкретного объекта.

Допускается не устанавливать в воздухопроводах автоматически закрывающиеся затворы (заслонки), если вентиляционные проемы учтены при

проектировании установки как постоянно открытые проемы и остановка вентиляционных потоков производится до подачи ГОТВ.

Для оперативного удаления ГОТВ после тушения пожара необходимо использовать общеобменную вентиляцию зданий, сооружений и помещений. Допускается для этой цели предусматривать передвижные вентиляционные установки.

Установки локального пожаротушения по объему

Установки локального пожаротушения по объему применяются для тушения пожара отдельных агрегатов или оборудования в тех случаях, когда применение установок объемного пожаротушения технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Расчетный объем локального пожаротушения определяется произведением высоты защищаемого агрегата или оборудования на площадь проекции на поверхность пола. При этом все расчетные габариты (длина, ширина и высота) агрегата или оборудования должны быть увеличены на 1 м.

При локальном пожаротушении по объему следует использовать двуокись углерода.

Нормативная массовая огнетушащая концентрация при локальном тушении по объему двуокисью углерода составляет 6 кг/м³.

Время подачи ГОТВ при локальном тушении не должно превышать 30 с.

Требования безопасности

Проектирование установок следует производить с учетом обеспечения возможности выполнения требований безопасности при проведении работ по монтажу, наладке, приемке и эксплуатации установки, которые изложены в действующей нормативно-технической документации для данного вида установок.

Устройства ручного пуска установок должны быть защищены от случайного приведения их в действие или механического повреждения и опломбированы, за исключением устройств местного пуска, установленных в помещениях станции пожаротушения или устройств дистанционного пуска пожарных постов.

Предохранительные устройства для сброса ГОТВ (газа) следует располагать таким образом, чтобы исключить травмирование персонала при их срабатывании.

К выпускным узлам предохранительных устройств изотермического резервуара следует подключить дренажные трубопроводы для отвода газа в безопасную зону.

В установках на участках трубопроводов, где между клапанами возможно образование замкнутых полостей для сжиженных ГОТВ (например, между обратным клапаном батареи и распределительным устройством при отказе последнего), рекомендуется предусматривать предохранительные устройства для безопасного сброса ГОТВ.

Сосуды, применяемые в установках пожаротушения, должны соответствовать требованиям:

Заземление и зануление приборов и оборудования установок должно выполняться согласно ПУЭ и соответствовать требованиям технической документации на оборудование.

Входить в защищаемое помещение после выпуска в него ГОТВ и ликвидации пожара до момента окончания проветривания разрешается только в изолирующих средствах защиты органов дыхания.

Вход в помещение без изолирующих средств защиты органов дыхания разрешается только после удаления продуктов горения, ГОТВ и продуктов его термического распада до безопасной величины (концентрации).

К установкам могут быть предъявлены дополнительные требования безопасности, учитывающие условия их применения.

Целью расчета газовых АУПТ является расчет масс ОТВ, количества баллонов для ее хранения, диаметра трубопроводов количества насадков, времени выпуска ГОС, определение максимально избыточного давления при подаче ГОС.

4.2.2. Методика расчета установок газового пожаротушения

Расчетная масса ГОТВ M_p , которая должна храниться в установке, определяется по формуле:

$$M_z = K_1 [M_p + M_{mp} + M_b \cdot n] \quad (4.47)$$

где M_p – масса ГОТВ, предназначенная для создания в объеме помещения огнетушащей концентрации при отсутствии искусственной вентиляции воздуха, определяется по формулам:

для ГОТВ – сжиженных газов, за исключением двуокиси углерода:

$$M_p = V_p \cdot \rho_1 \cdot (1 + K_2) \cdot \frac{C_H}{100 - C_H}; \quad (4.48)$$

для ГОТВ - сжатых газов и двуокиси углерода:

$$M_p = V_p \cdot \rho_1 \cdot (1 + K_2) \cdot \ln \frac{100}{100 - C_H}, \quad (4.49)$$

где V_p – расчетный объем защищаемого помещения, м³.

В расчетный объем помещения включается его внутренний геометрический объем, в том числе объем системы вентиляции, кондиционирования, воздушного отопления (до герметичных клапанов или заслонок). Объем оборудования, находящегося в помещении, из него не вычитается, за исключением объема сплошных (непроницаемых) строительных элементов (колонны, балки, фундаменты под оборудование и т. д.); K_1 – коэффициент, учитывающий утечки газового огнетушащего вещества из сосудов; K_2 – коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения; ρ_1 – плотность газового огнетушащего

вещества с учетом высоты защищаемого объекта относительно уровня моря для минимальной температуры в помещении T_m , кг*м⁻³, определяется по формуле

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot \frac{T_0}{T_m} \cdot K_3, \quad (4.50)$$

где ρ_0 – плотность паров газового огнетушащего вещества при температуре $T_0 = 293$ К (20 °С) и атмосферном давлении 101,3 кПа;

T_m – минимальная температура воздуха в защищаемом помещении, К;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения объекта относительно уровня моря;

C_n – нормативная объемная концентрация, % (об.).

Значения нормативных огнетушащих концентраций C_n приведены в приложении Д СП 5.13130-09;.

Масса остатка ГОТВ в трубопроводах M_{mp} , кг, определяется по формуле:

$$M_{mp} = V_{mp} \cdot \rho_{ГОТВ}, \quad (4.5.1)$$

где V_{mp} – объем всей трубопроводной разводки установки, м³;

$\rho_{готва}$ – плотность остатка ГОТВ при давлении, которое имеется в трубопроводе после окончания истечения массы газового огнетушащего вещества M_p в защищаемое помещение;

$M_s C_n$ – произведение остатка ГОТВ в модуле (M_0), который принимается по ТД на модуль, кг, на количество модулей в установке n .

Для ГОТВ, находящихся при нормальных условиях в жидкой фазе, а также смесей ГОТВ, хотя бы один из компонентов которых при нормальных условиях находится в жидкой фазе, нормативную огнетушащую концентрацию определяют умножением объемной огнетушащей концентрации на коэффициент безопасности 1,2.

Коэффициент, учитывающий утечки газового огнетушащего вещества из сосудов:

$$k_1 = 1,05.$$

Коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения:

$$K_2 = \Pi \cdot \sigma \tau_{нод} \sqrt{h}, \quad (4.52)$$

где Π – параметр, учитывающий расположение проемов по высоте защищаемого помещения, м^{0,5*с⁻¹}.

Численные значения параметра Π выбираются следующим образом:

$\Pi = 0,65$ – при расположении проемов одновременно в нижней (0 - 0,2) H и верхней зоне помещения (0,8 - 1,0) V_1 или одновременно на потолке и на полу помещения, причем площади проемов в нижней и верхней части примерно равны и составляют половину суммарной площади проемов;

$\Pi = 0,1$ – при расположении проемов только в верхней зоне (0,8 – 1,0) H защищаемого помещения (или на потолке);

$\Pi = 0,25$ – при расположении проемов только в нижней зоне (0 - 0,2) V_1 защищаемого помещения (или на полу);

$\Pi = 0,4$ - при примерно равномерном распределении площади проемов по всей высоте защищаемого помещения и во всех остальных случаях;

$$\delta = \frac{\sum F_H}{V_p} \quad (4.53)$$

параметр негерметичности помещения, м^{-1} ,

где F_H – суммарная площадь проемов, м^2 ,

V_l – высота помещения, м;

$t_{\text{под}}$ – нормативное время подачи ГОТВ в защищаемое помещение, с.

Значение массы M_p для тушения пожаров подкласса А1 определяется по формуле

$$M_p = K_4 \times M_{p-\text{нпт}}, \quad (4.54)$$

где $M_{p-\text{нпт}}$ – значение массы M_p для нормативной объемной концентрации C_n при тушении н-гептана;

K_4 – коэффициент, учитывающий вид горючего материала.

Значения коэффициента K_4 принимаются равными: 1,3 – для тушения бумаги, гофрированной бумаги, картона, тканей и т.п. в кипах, рулонах или папках; 2,25 – для помещений с этими же материалами, в которые доступ пожарных после окончания работы АУГП исключен, при этом резервный запас рассчитывается при значении K_4 , равном 1,3.

Время подачи основного запаса ГОТВ при значении K_4 , равном 2,25, для других пожаров класса А значение K_4 принимается равным 1,2.

Не следует вскрывать защищаемое помещение, в которое разрешен доступ, или нарушать его герметичность другим способом в течение 20 минут после срабатывания АУГП (или до приезда подразделений пожарной охраны).

Приведем пример расчета массы газового огнетушащего вещества для установки газового пожаротушения

Пример. Рассчитать массу ГОТВ для помещения – склад толуола, размеры помещения 24м-18м-4м, площадь постоянно открытых проёмов –2.5% от ограждающих конструкций, минимальная температура в помещении + 5С.

Решение:

1. Согласно приложения Е СП 5.13130-2009 масса огнетушащего состава, которая должна храниться в установке определяется по формуле:

$$M_z = K_1 [M_p + M_{mp} + M_o \cdot n], \quad (4.55)$$

где M_p - масса ГОТВ, предназначенная для создания в объеме помещения огнетушащей концентрации при отсутствии искусственной вентиляции воздуха, определяется по формулам:

для ГОТВ - сжатых газов и двуокиси углерода

$$M_p = V_p \cdot \rho_1 \cdot (1 + K_2) \cdot \ln \frac{100}{100 - C_H}, \quad (4.56)$$

где V_p - расчетный объем защищаемого помещения, м^3 .

В расчетный объем помещения включается его внутренний геометрический объем, в том числе объем системы вентиляции, кондиционирования, воздушного отопления (до герметичных клапанов или заслонок). Объем оборудования, находящегося в помещении, из него не вычитается, за исключением объема сплошных (непроницаемых) строительных элементов (колонны, балки, фундаменты под оборудование и т. д.);

$$V_p = a \times b \times h \quad (4.57)$$

$$V_p = 24 \times 18 \times 4 = 1728 \text{ м}^3$$

K_1 - коэффициент, учитывающий утечки газового огнетушащего вещества из сосудов; $K_1=1.05$

K_2 - коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения;

ρ_1 - плотность газового огнетушащего вещества с учетом высоты защищаемого объекта относительно уровня моря для минимальной температуры в помещении T_M , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$, определяется по формуле

$$\rho_1 = \rho_o \cdot \frac{T_o}{T_M} \cdot K_3, \quad (4.58)$$

где ρ_o - плотность паров газового огнетушащего вещества при температуре $T_o = 293 \text{ К}$ ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) и атмосферном давлении $101,3 \text{ кПа}$; $\rho_o=1.88 \text{ кг/м}^3$ таб. 3 Прил.Д.

T_M - минимальная температура воздуха в защищаемом помещении, К;

$$T_M=278\text{К}$$

K_3 - поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения объекта относительно уровня моря, значения которого приведены в таблице 11 приложения Д;

$$k_3 = 1,0$$

$$\rho_1 = 1,88 \frac{293}{278} \cdot 1,0 = 1,98 \text{ кг/м}^3 \quad (4.59)$$

C_H - нормативная объемная концентрация, % (об.).

$C_H=30,9\%$ -табл.3 Приложение Д.

$$K_2 = \Pi \cdot \delta \tau_{нод} \sqrt{h}$$

Значения нормативных огнетушащих концентраций (C_H) приведены в приложении Д.

Масса остатка ГОТВ в трубопроводах M_{mp} , кг, определяется по формуле

$$M_{mp} = V_{mp} \cdot \rho_{ГОТВ}, \quad (4.60)$$

где V_{mp} - объем всей трубопроводной разводки установки, м^3 ;

$\rho_{ГОТВ}$ - плотность остатка ГОТВ при давлении, которое имеется в трубопроводе после окончания истечения массы газового огнетушащего вещества M_p в защищаемое помещение.

$M_0 \cdot n$ - произведение остатка ГОТВ в модуле (M_0), который принимается по ТД на модуль, кг, на количество модулей в установке n .

Примечание. Для жидких горючих веществ, не приведенных в приложении 5, нормативная объемная огнетушащая концентрация может быть определена как произведение минимальной объемной огнетушащей концентрации на коэффициент безопасности 1,2 для всех ГОТВ за исключением двуокси углерода, для последней коэффициент безопасности равен 1,7.

Методика определения минимальной объемной огнетушащей концентрации аналогична методике, изложенной в ГОСТ Р 53280.3.

1.1. Коэффициенты уравнения (1) определяются следующим образом.

1.1.1. Коэффициент, учитывающий утечки газового огнетушащего вещества из сосудов:

$$K_1 = 1,05.$$

1.1.2. Коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения:

$$K_2 = \Pi \cdot \delta \cdot \tau_{нод} \cdot \sqrt{H}, \quad (4.61)$$

где Π - параметр, учитывающий расположение проемов по высоте защищаемого помещения, $m^{0,5} \cdot c^{-1}$.

Численные значения параметра Π выбираются следующим образом:

$\Pi = 0,65$ - при расположении проемов одновременно в нижней (0 - 0,2) H и верхней зоне помещения (0,8 - 1,0) H или одновременно на потолке и на полу помещения, причем площади проемов в нижней и верхней части примерно равны и составляют половину суммарной площади проемов; $\Pi = 0,1$ - при расположении проемов только в верхней зоне (0,8 - 1,0) H защищаемого помещения (или на потолке); $\Pi = 0,25$ - при расположении проемов только в нижней зоне (0 - 0,2) H защищаемого помещения (или на полу);

$\Pi = 0,4$ - при примерно равномерном распределении площади проемов по всей высоте защищаемого помещения и во всех остальных случаях.

$$\delta = \frac{\sum F_H}{V_p} - \text{параметр негерметичности помещения, } m^{-1}, \quad (4.62)$$

где $\sum F_H$ - суммарная площадь проемов, m^2 .

H - высота помещения, м;

$\tau_{нод}$ - нормативное время подачи ГОТВ в защищаемое помещение.

$$\Pi=0,4$$

$$\delta = \frac{\sum F_H}{V_p} \dots \dots \dots (4.63)$$

$$\sum F_H = 0,025 \cdot A_1, m^2 \dots \dots \dots (4.64)$$

где 0,025-степень негерметичности. (2,5%)

$$A_1 = 2a \cdot h + 2b \cdot h + 2a \cdot b \quad (4.65)$$

$$A_1 = 2 \cdot 24 \cdot 4 + 2 \cdot 18 \cdot 4 + 2 \cdot 18 \cdot 24 = 1200 m^2$$

$$\sum F_H = 0,025 \cdot 1200 = 30 \text{ м}^2; \delta = \frac{30}{1728} = 0,017 \text{ м}^{-1}$$

$\tau_{\text{нод}}$ - время выпуска расчётной массы ГОТВ.

$\tau_{\text{нод}} = 60$ с согласно п.8.7.3 СП 5.13130-2009.

$$K_2 = 0,4 \times 0,017 \times 60 \sqrt{4} = 0,816$$

M_{mp} – масса остатков ГОТВ в трубопроводах; $M_{\text{mp}} = 0$

$$M_p = 1728 \times 1,98 \times (1 + 0,816) \times \ln\left(\frac{100}{100 - 30,9}\right) = 2297 \text{ кг.}$$

M_6 – остаток ГОТВ в баллоне, кг по паспортным данным для 100 л 2 кг

n – расчетное количество баллонов.

70 кг - вместимость 100 литрового баллона CO_2 , кг.

$$n = \frac{2297}{70} = 33 \text{ шт.}$$

$$M_2 = 1,05[2297 + 0 + 2 \times 33] = 2479 \text{ кг.}$$

Ответ: расчетная масса газа составляет 2479 кг, необходимо на объекте защиты хранить ещё 100% данного газа.

4.3. Автоматические установки порошкового пожаротушения

4.3.1. Классификация и принцип работы установок порошкового пожаротушения

Автоматические установки порошкового пожаротушения должны обеспечивать:

- 1) своевременное обнаружение пожара автоматической установкой пожарной сигнализации, входящей в состав автоматической установки порошкового пожаротушения;
- 2) подачу порошка из распылителей автоматических установок порошкового пожаротушения с требуемой интенсивностью подачи порошка.

Основными классификационными характеристиками автоматических установок порошкового пожаротушения (АУПТ) являются конструктивное исполнение, способ хранения вытесняющего газа в корпусе модуля (емкости), инерционность, быстродействие, время действия, способ тушения; вместимости единичного корпуса модуля (емкости).

По конструктивному исполнению АУПТ подразделяют на:

1. модульные; 2. агрегатные.

По способу хранения вытесняющего газа в корпусе модуля (емкости)

АУПТ подразделяются на:

1. закачные; 2. с газогенерирующим (пиротехническим) элементом; 3. с баллоном сжатого или сжиженного газа.

По инерционности АУПТ подразделяют на:

1. малоинерционные, с инерционностью не более 3 с;
2. средней инерционности, с инерционностью от 3 до 180 с;

3. повышенной инерционности, с инерционностью более 180 с,

По быстродействию АУПТ подразделяют на следующие группы:

1. Б-1 с быстродействием до 1 с;
2. Б-2 с быстродействием от 1 до 10 с;
3. Б-3 с быстродействием от 10 до 30 с;
4. Б-4 с быстродействием более 30 с.

По времени действия (продолжительности подачи огнетушащего порошка) АУПТ подразделяют на:

1. быстрого действия - импульсные (И), с временем действия до 1 с;
2. кратковременного действия (КД-1), с временем действия от 1 до 15с;
3. кратковременного действия (КД-2), с временем действия более 15с.

По способу тушения АУПТ подразделяют на:

1. установки объемного тушения;
2. поверхностного тушения;
3. локального тушения по объему.

По вместимости единичного корпуса модуля (емкости) АУПТ подразделяют:

1. модульные установки - от 0,2 до 250 л;
2. быстрого действия - импульсные (И) - от 0,2 до 50 л;
3. кратковременного действия - от 2 до 250 л;
4. агрегатные установки - от 250 до 5000 л.

Огнетушащие порошки делят на две классификационные группировки: огнетушащие порошки общего назначения и целевого назначения (специальные).

Огнетушащие порошки общего назначения используются для тушения твердых, жидких, газообразных веществ и материалов, а также установок под электронапряжением (пожары классов А, В, С, Е)

Огнетушащие порошки целевого назначения используются при тушении металлов, отдельных видов горючих жидкостей и т.п.

В зависимости от функционального назначения, способа подачи и дисперсности огнетушащие порошки делятся на два вида;

1. поверхностного тушения; 2)объемного тушения.

Установки порошкового пожаротушения кратковременного действия

Наибольшее распространение в нашей стране получили установки типа ОПА (огнетушители порошковые автоматические) с тросовым и электропуском и УПМ (установка порошковая модульная) с электропуском кратковременного действия, с неразрушающимся корпусом, с баллоном сжатого газа, модульные.

Схема порошковой АУПТ с электропуском представлена на рис.4.2.2

Основными элементами установки являются:

- баллон для хранения порошка с люком и сифонной трубкой;
- баллон со сжатым газом;
- автоматическая пожарная сигнализация (ППУ, пожарные извещатели и шлейфы) - побудительная система;
- головка затвор для открытия баллона и выпуска сжатого газа;
- редуктор для снижения давления; пусковой клапан;

- трубопровод и выпускные насадки-распылители для подачи смеси на защищаемую площадь (объем); манометр; предохранительный клапан.

Порядок работы порошковой АУПТ заключается в следующем. 1. При загорании в защищаемом помещении и срабатывании не менее 2 пожарных извещателей в разных шлейфах 2. ППУ выдает электрический сигнал на запуск АУПТ. 3. Головка-затвор открывается. Газ из баллона через редуктор поступает в баллон с порошком. 4. В корпусе баллона порошок переходит в псевдосжиженное состояние, благодаря чему приобретает способность текучести по распределительному трубопроводу. 5. При повышении давления в корпусе баллона с порошком до определенного предела, срабатывает клапан пусковой, после чего порошок из корпуса поступает по трубопроводу к выпускным насадкам (распылителям), а далее на защищаемую площадь (объем). Порошковая АУПТ оборудуется также устройством ручного пуска

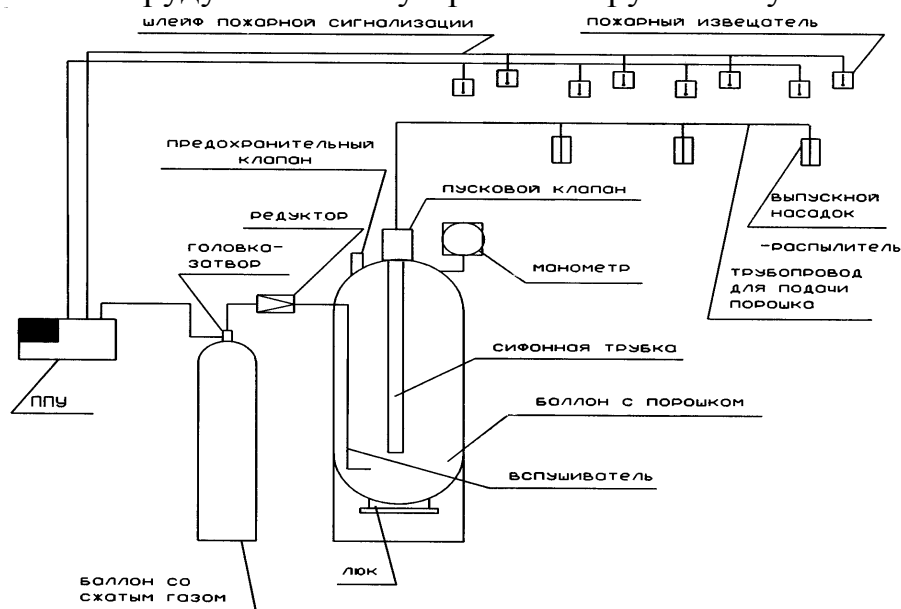


Рис. 4.22. Схема порошковой АУП с электропуском

Установки порошкового пожаротушения импульсного действия

Состав импульсной установки порошкового пожаротушения представлен на рис. 4.23 и включает в себя: ППУ, шлейфы сигнализации с АПИ, модули порошкового пожаротушения импульсные

МППИ – устройство, в котором совмещены функции хранения, подачи и запорно-пусковые функции, осуществляющее по командному импульсу устройства управления и контроля выпуск и распыление огнетушащего порошка за время не более 0,2 секунд.

МППИ состоит из корпуса, выполненного из 2-х сферообразных металлических частей, плотно соединенных между собой и предназначенных для хранения огнетушащего порошка, газообразователя и электрического активатора.

При пожаре после срабатывания 2-х АПИ ППУ выдает электрический импульс на запуск МППИ. Возможно также самостоятельное срабатывание МППИ при повышении температуры.

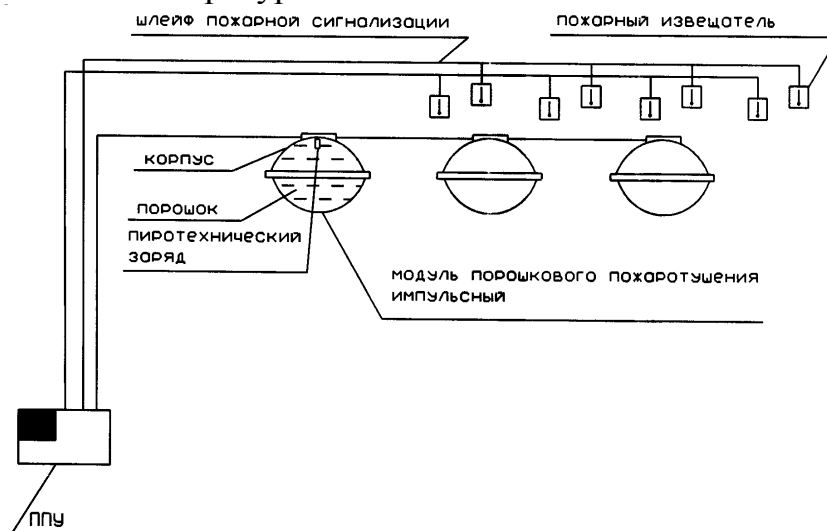


Рис. 4.23. Схема импульсной порошковой установки

Далее внутри корпуса происходит интенсивное газовыделение, что приводит к нарастанию давления, разрушению нижней части корпуса по насечкам без образования осколков и выбросу огнетушащего порошка в зону горения.

Порошковые АУПТ, применяемые для защиты помещений, в которых могут присутствовать люди, должны иметь устройства для задержки автоматического пуска на время необходимое для эвакуации людей и систему оповещения персонала.

ООО «Эпотос» (Москва) выпускает серию модулей порошкового пожаротушения «Буран». Это одна из наиболее динамично развивающихся компаний, которая выпускает довольно широкий спектр оборудования для порошкового и пенного пожаротушения.

Модуль порошкового пожаротушения МПП предназначен для тушения и локализации пожаров твердых горючих материалов, горючих жидкостей и электрооборудования до 5000 В в производственных, складских, бытовых и других помещениях. МПП обладает функцией самосрабатывающего порошкового огнетушителя. МПП не тушит пожары щелочных и щелочно-земельных металлов и веществ, горящих без доступа воздуха. Он состоит из корпуса, выполненного из двух сферообразных металлических частей, плотно соединенных между собой, и предназначенных для хранения огнетушащего порошка, газообразователя и электрического активатора. При возникновении очага горения и достижения газообразующей смесью температуры самосрабатывания, внутри корпуса происходит интенсивное газовыделение, что приводит к нарастанию давления, разрушению нижней части корпуса без образования осколков и выбросу огнетушащего порошка в зону горения. Электростарт модуля осуществляется импульсом тока не менее 100 мА,

длительностью не менее 0,1 с. Напряжение на контактах модуля должно быть не менее 2 В.

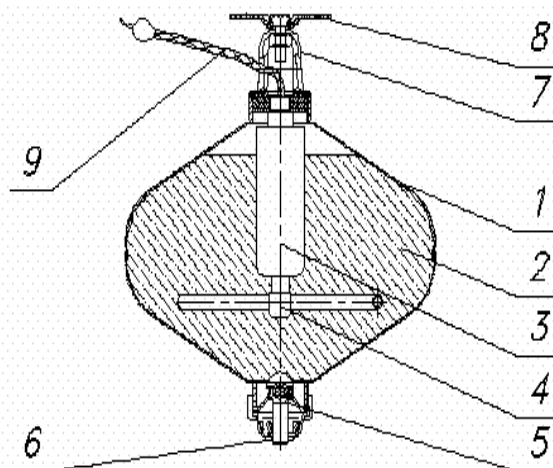


Рис. 4.24. Модуль порошкового пожаротушения «Буря»

1- корпус; 2 - огнетушащий порошок; 3 - источник холодного газа; 4 - аэратор;
5 - клапан; 6 - распылитель; 7 - скоба; 8 - кронштейн; 9 - выводы

Устройство модуля и принцип работы

Модуль состоит из корпуса 1 рисунок 4.24, в котором размещаются огнетушащий порошок (ОП) 2 и источник холодного газа (ИХГ) 3 с электровоспламенителем и аэратором 4 для псевдооживления порошка; в нижней части находится устройство с предохранительно-выпускным клапаном 5 и распылителем порошка 6, в верхней части модуль снабжен скобой 7 и кронштейном 8 для крепления к потолочному перекрытию.

Срабатывание модуля происходит от электрического импульса, подаваемого на выводы электроавоспламенителя 9, в ИХГ начинается интенсивное газовыделение, приводящее к нарастанию давления внутри корпуса, вскрытию клапана и выбросу ОП в зону горения.

Запуск модуля в действие может осуществляться автоматически от сигнально-пускового устройства или вручную.

Огнетушащие порошки, делятся на две классификационные группировки:огнетушащие порошки общего назначения и специального назначения.

Огнетушащие порошки общего назначения используются для тушения твердых, жидких, газообразных веществ и материалов, а также установок под электронапряжением (пожары классов А, В, С, Е).

Порошки СН применяются в качестве огнетушащего вещества (ОТВ) в автоматических и других средствах для тушения только (исключительно) металлов и их соединений или металлов (их соединений), а также горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, газов, электроустановок под напряжением.

Порошки СН делятся на целевые и универсальные.

Целевые порошки предназначены только для тушения металлов (их соединений).

Универсальные порошки предназначены для тушения металлов (их соединений), а также горючих жидкостей, газов, электроустановок под напряжением до 1000 В.

В зависимости от функционального назначения, способа подачи и дисперсности огнетушащие порошки делятся на два вида: поверхностного и объемного тушения.

Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующими слеживанию и комкованию. В качестве основы для огнетушащих порошков используют фосфорноаммонийные соли (моно-, диаммонийфосфаты, аммофос), карбонат и бикарбонат натрия и калия, хлориды натрия и калия и др. В качестве добавок – кремнийорганические соединения, аэросил, белая сажа, стеараты металлов, нефелин, тальк и др.

Одним из важных преимуществ **огнетушащих порошков** является универсальность. Порошками можно тушить почти все материалы и вещества в различных агрегатных состояниях (твердые, жидкие, плавящиеся при нагревании, газообразные) в широком диапазоне эксплуатационных температур.

4.3.2. Методика расчета количества модулей для установок порошкового пожаротушения

Тушение защищаемого объема

Количество модулей для защиты объема помещения определяется по формуле

$$N = \frac{V_n}{V_n} k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (4.66)$$

где N – количество модулей, необходимое для защиты помещения, шт.; V_n – объем защищаемого помещения, м³; V_n – объем, защищаемый одним модулем выбранного типа, определяется по технической документации (далее по тексту приложения – документация) на модуль, м³ (с учетом геометрии распыла – формы и размеров защищаемого объема, заявленного производителем); $k_1 = 1 \dots 1,2$ – коэффициент неравномерности распыления порошка. При размещении насадков-распылителей на границе максимально допустимой (по документации на модуль) высоты $k_1 = 1,2$ или определяется по документации на модуль; k_2 – коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания, зависящий от отношения площади, затененной оборудованием S_3 , к защищаемой площади S_y , и определяется как

$$k_2 = 1 + 1,33 \frac{S_3}{S_y} \quad (4.67)$$

при

$$\frac{S_3}{S_y} \leq 0,15, \quad (4.68)$$

S_3 – площадь затенения – определяется как площадь части защищаемого участка, где возможно образование очага возгорания, к которому движение порошка от насадка-распылителя по прямой линии преграждается непроницаемыми для порошка элементами конструкции.

При

$$\frac{S_3}{S_y} > 0,15 \quad (4.69)$$

рекомендуется установка дополнительных модулей непосредственно в затененной зоне или в положении, устраняющем затенение; при выполнении этого условия k_2 принимается равным 1;

k_3 – коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне по сравнению с бензином А-92. Определяется по таблице И1 СП 5.13130-09. При отсутствии данных определяется экспериментально по методикам ВНИИПО;

k_4 – коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения.

$k_4 = 1 + B \cdot F_{\text{нег}}$, где $F_{\text{нег}} = F / F_{\text{пом}}$ – отношение суммарной площади негерметичности (проемов, щелей) F к общей поверхности помещения $F_{\text{пом}}$, коэффициент B определяется по рисунку.

$F_{\text{нег}}$ – площадь негерметичности в нижней части помещения; $F_{\text{в}}$ – площадь негерметичности в верхней части помещения, F – суммарная площадь негерметичностей (проемов, щелей).

Локальное пожаротушение по объему

Расчет ведется аналогично, как и при тушении по всему объему. Локальный объем V_n , защищаемый одним модулем, определяется по документации на модули (с учетом геометрии распыла – формы и размеров локального защищаемого объема, заявленного производителем), а защищаемый объем V_3 определяется как объем объекта, увеличенный на 15 %.

При локальном тушении по объему принимается $k_4 = 1,3$, допускается принимать другие значения k_4 , приведенные в документации на модуль.

Пожаротушение по площади

Тушение по всей площади

Количество модулей, необходимое для пожаротушения по площади защищаемого помещения, определяется по формуле

$$N = \frac{S_y}{S_n} k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \quad (4.70)$$

где N – количество модулей, шт.; S_y – площадь защищаемого помещения, ограниченная ограждающими конструкциями, стенами, м^2 ; S_n – площадь, защищаемая одним модулем, определяется по документации на модуль, м^2 (с учетом геометрии распыла – размеров защищаемой площади, заявленной производителем).

Значения коэффициентов определяются в соответствии с разделом 1, значение коэффициента k_4 принимается равным 1,2; допускается принимать другие значения k_4 , приведенные в документации на модуль.

Локальное пожаротушение по площади

Расчет ведется аналогично, как и при пожаротушении по площади. При этом принимается: S_n - локальная площадь, защищаемая одним модулем, определяется по документации на модуль (с учетом геометрии распыла - формы и размеров локальной защищаемой площади, заявленной производителем), а защищаемая площадь S_y определяется как площадь объекта, увеличенная на 10 %.

При локальном тушении по площади принимается $k_4 = 1,3$; допускается принимать другие значения k_4 , приведенные в документации на модуль или обоснованные в проекте.

В качестве S_n может приниматься площадь максимального ранга очага класса В, тушение которого обеспечивается данным модулем (определяется по документации на модуль, m^2).

При защите по площади, с учетом конструктивных и технологических особенностей защищаемого объекта (с обоснованием в проекте), допускается запуск модулей по алгоритмам, обеспечивающим позонную защиту. В этом случае за защищаемую зону принимается часть площади, выделенной проектными (проезды и т. п.) или конструктивными (негорючие стены, перегородки и т. п.) решениями. Работа установки при этом должна обеспечивать нераспространение пожара за пределы защищаемой зоны, рассчитываемой с учетом инерционности установки и скоростей распространения пожара (для конкретного вида горючих материалов).

Коэффициент сравнительной эффективности огнетушащих порошков k_3 при тушении различных веществ приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Коэффициент сравнительной эффективности огнетушащих порошков

№ п.п	Горючее вещество	Порошки для тушения пожаров классов А,В,С	Порошки для тушения пожаров классов В,С
1	Бензин А-92	1	0,9
2	Дизельное топливо	0,9	0,8
3	Трансформаторное масло	0,8	0,8
4	Бензол	1,1	1
5	Изопропанол	1,2	1,1
6	Древесина	1,0(2,0)	-
7	Резина	1,0(1,5)	-

Пример. Рассчитать количество модулей для модульных установок порошкового пожаротушения для всего защищаемого объема склада с

хранением бензола. Размеры помещения: 12м-6м-3м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Площадь негерметичных проёмов 1,3. Доля негерметичных площадей низа помещения 0,3. Характеристика пожароопасных объектов: площадь затенения на один объект 0,15 м². объём 4 м³, количество пожароопасных объектов 25. Суммарная площадь негерметичных проёмов 1,3 м².

Решение:

1. Выбор *способа пожаротушения*.

Согласно п. 9.2.8 СП 5.13130-09, тушение всего защищаемого объема помещения допускается предусматривать в помещениях со степенью негерметичности до 1,5%. В помещениях объемом свыше 400 м³, как правило, применяются способы пожаротушения - локальный по площади (объему) или по всей площади.

Проверим это условие.

$$V_{\text{п}} = L_1 \cdot L_2 \cdot H = 12 \cdot 6 \cdot 3 = 216 \text{ м}^3. \quad (4.71)$$

$$V_{\text{по}} = V_o \cdot N_o = 4 \cdot 25 = 100 \text{ м}^3.$$

Степень негерметичности $\varphi = 100 \cdot F_{\text{нег}}$, где $F_{\text{нег}} = F/F_{\text{пом}}$ - отношение суммарной площади негерметичности (проёмов, щелей) F к общей поверхности помещения $F_{\text{пом}}$

$$F_{\text{пом}} = 2 \cdot (L_1 \cdot L_2 + L_1 \cdot H + L_2 \cdot H) = 2 \cdot (12 \cdot 6 + 12 \cdot 3 + 6 \cdot 3) = 252 \text{ м}. \quad (4.72)$$

$$F_{\text{нег}} = F/F_{\text{пом}} = 1,3 / 252 = 0,0052, \text{ где } F = 1,3 \text{ (см. исходные данные).}$$

$$\text{Степень негерметичности } \varphi = 100 \cdot 0,0052 = 0,52 \text{ \%}.$$

Объем помещения равный 216 м³ меньше 400 м³, а объем пожароопасных объектов составляет около 50 % от всего объема помещения, степень негерметичности $\varphi = 0,52 \text{ \%}$ меньше 1,5 %, поэтому примем способ тушения *всего защищаемого объема*.

2. *Количество модулей* для защиты объема помещения определяется по формуле

$$N = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{н}}} k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (4.73)$$

где $V_{\text{п}}$ – объем помещения 216 м³;

$V_{\text{н}}$ – объем, защищаемый одним модулем выбранного типа, определяется по технической документации м³;

$k_1 = 1 \dots 1,2$ - коэффициент неравномерности распыления порошка;

k_2 – коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания;

k_3 – коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне по сравнению с бензином АИ-92 (значение k_3 определяется по таблице И.1);

k_4 – коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения.

Рассчитаем значения параметров.

Коэффициент k_1 при размещении насадков-распылителей на границе максимально допустимой (по документации на модуль) высоты $k_1 = 1,2$ или определяется по документации на модуль. Примем к установке порошковые

модули импульсного пожаротушения типа «Буран», выпускаемым фирмой «Эпотос-1». При высоте помещения равной 3 м могут применяться модули «Буран-2,5», «Буран-8СВ» и «Буран-8В». Эти модули могут устанавливаться на высоте 3,5 и 6 м.

Высота помещения 3 м ниже предельной 3,5 м, поэтому примем $k_1 = 1,0$.

Коэффициент запаса k_2 зависит от отношения площади, затененной оборудованием S_3 , к защищаемой площади S_y , и определяется по формуле

$$k_2 = 1 + 1,33 \cdot S_3/S_y \text{ при } S_3/S_y \leq 0,15, \quad (4.74)$$

где S_3 – площадь затенения, на которой возможно образование очага возгорания, к которому движение порошка от насадка-распылителя по прямой линии преграждается непроницаемыми для порошка элементами конструкции.

$$S_3 = S_{30} \cdot N_0 = 0,15 \cdot 25 = 3 \text{ м}^2. \text{ найдем отношение } S_3/S_y = 3/72 = 0,042. \quad (4.75)$$

Поскольку $0,042 < 0,15$ вычислим k_2

$$k_2 = 1 + 1,33 \cdot 0,042 = 1,06.$$

При $S_3/S_y > 0,15$ рекомендуется установка дополнительных модулей непосредственно в затененной зоне или в положении, устраняющем затенение; при выполнении этого условия k_2 принимается равным 1.

Коэффициент k_3 определим по таблице $k_3 = 1,1$ для класса пожара В, приняв тип порошка для тушения пожаров типа В и С.

Коэффициент k_4 рассчитывается по формуле

$$k_4 = 1 + 10 \cdot f, \quad (4.76)$$

$f = F_{\text{нег}}/F_{\text{пов}}$ - отношение суммарной площади постоянно открытых проёмов (проёмов, щелей) $F_{\text{нег}}$ к общей поверхности помещения $F_{\text{пов}}$.

При $f = 1,3 / 252 = 0,0052$

$$k_4 = 1 + 10 \cdot 0,0052 = 1,05.$$

Примем к установке модули типа «Буран-8СВ», которые при тушении по объему пожара класса В защищают объем $V_H = 42 \text{ м}^3$ и определим количество модулей для защиты объема помещения по (1)

$$N = (216/42) \cdot 1,0 \cdot 1,06 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 6,29 \text{ шт.}$$

Примем для защиты объема помещения 7 модулей типа «Буран-8СВ», а также 100 % запас, т.е. всего 14 модулей.

4.4.1. Автоматические установки аэрозольного пожаротушения

Автоматические установки аэрозольного пожаротушения должны обеспечивать:

- 1) своевременное обнаружение пожара автоматической установкой пожарной сигнализации, входящей в состав автоматической установки аэрозольного пожаротушения;
- 2) возможность задержки подачи огнетушащего аэрозоля в течение времени, необходимого для эвакуации людей из защищаемого помещения;
- 3) создание огнетушащей концентрации огнетушащего аэрозоля в защищаемом объеме за время, необходимое для тушения пожара;

4) исключение возможности воздействия на людей и горючие материалы высокотемпературных участков поверхности генератора и струи огнетушащего аэрозоля.

Применяемые в стационарных автоматических установках объемного аэрозольного пожаротушения генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) на основе твердотопливных аэрозолеобразующих огнетушащих составов подразделяются по следующим параметрам: размеру образующейся при работе ГОА зоны с температурами более 400°C, конструктивному исполнению ГОА, способу приведения в действие ГОА.

По размеру образующейся при работе ГОА зоны с температурами более 400°C, ГОА подразделяют на три типа:

- 1-й тип - генераторы, имеющие размеры зоны более 250 мм;
- 2-й тип - генераторы, имеющие размеры зоны от 50 до 250 мм;
- 3-й тип - генераторы, имеющие размеры зоны не более 50 мм.

По конструктивному исполнению ГОА подразделяют на:

- снаряженные узлом пуска;
- не снаряженные узлом пуска.

По способу приведения в действие ГОА подразделяют на:

- запускаемые от электрического сигнала;
- запускаемые от теплового сигнала;
- с комбинированным пуском.

Аэрозольный огнетушащий состав установок аэрозольного пожаротушения получают при сжигании твердотопливной композиции (ТТК) окислителя и восстановителя. В качестве окислителя обычно используются неорганические соединения щелочных металлов преимущественно нитрат (KNO_3) и перхлорат калия, в качестве горючего-восстановителя - органические (эпоксидный идитол и т.п.). Эти ТТК могут гореть без доступа воздуха.

Образуемый в качестве продукта сгорания аэрозоль состоит из газовой фазы (преимущественно диоксид углерода) и взвешенной копированной фазы в виде тончайшего порошка, аналогичного огнетушащим порошкам на основе хлорида и карбоната калия. АОС отличается от обычных порошков значительно большей дисперсностью (примерно в 50 раз), поэтому заранее изготавливать и хранить порошок с размером Частиц 10^{-6} м из-за склонности к слеживанию практически невозможно. Благодаря высокой дисперсности огнетушащая способность АОС в 5-8 раз превышает огнетушащую способность порошков и хладонов, и более чем на порядок двуокиси углерода и азота.

Классификация и разновидности конструкции ГОА.

Генераторы огнетушащего аэрозоля можно разделить по следующим основным признакам: виду компоновки; конструктивным особенностям корпусов; способу применения;

температуре огнетушащего аэрозоля на выходе из ГОА; способу пуска.

По видам компоновки генераторы огнетушащего аэрозоля можно разделить на три группы:

-*бескорпусные*. Огнетушащий заряд АОС с узлом инициирования или без него, расположены в защитной оболочке на несгораемой панели в защищаемом объеме; процесс аэрозолеобразования протекает при разрушении или плавлении защитной оболочки (рис. 4.27.);

-*генераторы со сбрасываемым корпусом*. Огнетушащий заряд АОС и узел инициирования жестко установлены в защитном корпусе, который после пуска сбрасывается; процесс аэрозолеобразования протекает непосредственно в атмосфере защищаемого объема (рис. 4.28);

-*генераторы с камерой сгорания*. Огнетушащий заряд АОС и узел инициирования жестко установлены в защитном корпусе, одновременно являющимся камерой сгорания; процесс аэрозолеобразования протекает в корпусе с последующей подачей аэрозоля в защищаемый объем), (рис. 4.29.).

Наибольшее применение получили генераторы третьего вида - с камерой сгорания.

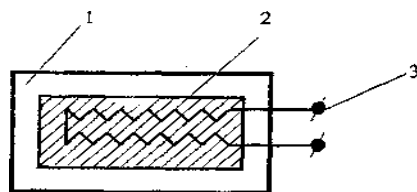


Рис. 4.27. Бескорпусной генератор огнетушащего аэрозоля:

- 1 - негорючая панель; 2 - огнетушащий заряд АОС;
3 - иницирующий элемент (электрическая спираль, огнепроводный шнур)

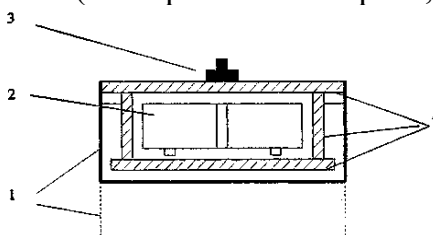


Рис.4.28. Генератор огнетушащего аэрозоля со сбрасываемым корпусом:

- 1 - сбрасываемый корпус ГОА; 2 - огнетушащий заряд АОС;
3 - узел инициирования; 4 - удерживающие заряд неподвижные элементы ГОА

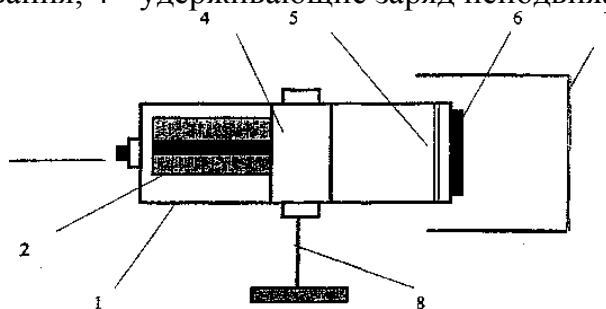


Рис.4.29. Генератор огнетушащего аэрозоля с камерой сгорания:

- 1 - корпус ГОА; 2 - огнетушащий заряд состава АОС; 3 - узел инициирования;
4 - блок охлаждения; 5- решётка, удерживающая заряд АОС; 6- легковскрываемая мембрана; 7- насадок (инжектор, диффузор завихритель); 8- узел крепления

По конструктивным особенностям ГОА условно подразделяются на следующие:

- с металлическим корпусом;
- с пластмассовым (картонным и т. п.) корпусом;
- сопловые ;бессопловые;
- с насадками (инжекторами, диффузорами, завихрителями);
- без насадок рис;
- с охлаждающими блоками;
- с однонаправленной подачей аэрозоля рис;
- с двух направленной подачей аэрозоля;
- с круговой подачей аэрозоля;
- со ступенчатой подачей аэрозоля;
- с комбинированной подачей аэрозоля и других огнетушащих веществ (газ, порошок, вода и т. д.).

По способу применения ГОА подразделяются:

- на стационарно размещаемые;
- переносные (забрасываемые, передвижные и т. п.).

По температуре аэрозоля, получаемого на срезе выходного отверстия, ГОА подразделяются в соответствии с ГОСТ Р51046- 97 на три типа:

- высокотемпературные (температура аэрозоля 500 °С);
- среднетемпературные (температура аэрозоля 130-500 °С);
- низкотемпературные (температура аэрозоля < 130 °С).

По способу пуска ГОА подразделяются на генераторы:

- с электрическим пуском (электропировоспламенители, электроспирали и т. п.);
- с тепловым пуском (огнепроводные шнуры, очаг пожара и т. п.);
- с механическим пуском;
- с комбинированным пуском.

Устройство ГОА АГС -7/1. представлено на рисунке 4.30.

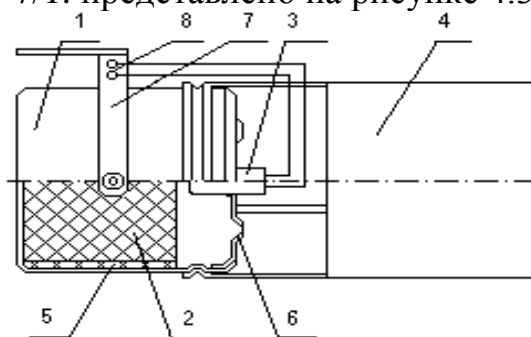


Рис. 4.30. 1 - корпус; 2 -аэрозолеобразующий заряд; 3- узел запуска; 4 - инжектор; 5 - теплозащитный слой; 6 - сопловое отверстие; 7 - кронштейн; 8 - клеммная колодка



Пример. ГОА-II-2,00-047-030 по ТУ 4854-003-07509209-94. Обозначения генератора, применяемого в стационарных системах объёмного аэрозольного пожаротушения типа II (образующего при работе огнетушащий аэрозоль с температурой от 130 до 500°С) с массой заряда АОС в снаряжённом генераторе 2,0 кг, огнетушащей способностью аэрозоля, получаемого при работе ГОА, при тушении модельных очагов класса В, равной 47 г/м³, временем подачи огнетушащего аэрозоля 30 с.

4.4.2. Методика расчета автоматических установок аэрозольного пожаротушения

Расчет массы заряда

Суммарная масса заряда аэрозолеобразующего состава, необходимая для ликвидации (тушения) пожара объемным способом в помещении заданного объема и негерметичности, определяется по формуле

$$M_{АОС} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot q_n \cdot V, \text{ кг}, \quad (4.77)$$

где V – объем защищаемого помещения, м^3 ;

q_n – нормативная огнетушащая способность для того материала или вещества, находящегося в защищаемом помещении, для которого значение q_n является наибольшим (величина q_n должна быть указана в технической документации на генератор), $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

K_1 – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения аэрозоля по высоте помещения;

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние негерметичности защищаемого помещения;

K_3 – коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей в аварийном режиме эксплуатации;

K_4 – коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей при различной их ориентации в пространстве.

Коэффициенты уравнения определяются следующим образом:

Коэффициент K_1 принимается равным:

$K_1 = 1,0$ при высоте помещения не более 3,0 м;

$K_1 = 1,15$ при высоте помещения от 3,0 до 5,0 м;

$K_1 = 1,25$ при высоте помещения от 5,0 до 8,0 м;

$K_1 = 1,4$ при высоте помещения от 8,0 до 10 м.

Коэффициент K_2 определяется по формуле

$$K_2 = 1 + U^* \cdot t_{л}, \quad (4.78)$$

где U^* – определенное по таблице значение относительной интенсивности подачи аэрозоля при данных значениях параметра негерметичности δ и параметра распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения ν , с^{-1} ; $t_{л}$ – размерный коэффициент, с.

Значение $t_{л}$ принимается равным 6 с; δ – параметр негерметичности защищаемого помещения, определяемый как отношение суммарной площади постоянно открытых проемов $\sum F$ к объему защищаемого помещения V ,

$$\delta = \frac{\sum F}{V}, \text{ м}^{-1}; \quad (4.79)$$

ν – параметр распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения, определяемый как отношение площади постоянно открытых проемов, расположенных в верхней половине защищаемого помещения F_v , к суммарной площади постоянно открытых проемов помещения,

$$\psi = \frac{F_p}{\sum F} \cdot 100, \quad \%, \quad (4.80)$$

1.2.3. Коэффициент K_3 принимается равным:

$K_3 = 1,5$ – для кабельных сооружений;

$K_3 = 1,0$ – для других сооружений.

Коэффициент K_4 принимается равным:

$K_4 = 1,15$ – при расположении продольной оси кабельного сооружения под углом более 45° к горизонту (вертикальные, наклонные кабельные коллекторы, туннели, коридоры и кабельные шахты);

$K_4 = 1,0$ – в остальных случаях.

При определении расчетного объема защищаемого помещения V объем оборудования, размещаемого в нем, из общего объема не вычитается.

При наличии данных натуральных испытаний в защищаемом помещении по тушению горючих материалов конкретными типами генераторов, проведенных по методике, согласованной с ФГУ ВНИИПО МЧС России, суммарная масса зарядов аэрозолеобразующий состав (АОС) для защиты заданного объема помещения может определяться с учетом результатов указанных испытаний.

Определение необходимого общего количества генераторов в установке

Общее количество генераторов N должно определяться следующим условием: сумма масс зарядов АОС всех генераторов, входящих в установку, должна быть не меньше суммарной массы зарядов АОС, вычисленной по формуле (1):

$$\sum_{i=1}^{i=N} m_{ГОАi} \geq M_{АОС}, \quad (4.81)$$

где $m_{ГОА}$ – масса заряда АОС в одном генераторе, кг.

При наличии в АУАП однотипных генераторов, общее количество ГОА должно определяться по формуле

$$N \geq \frac{M_{АОС}}{m_{ГОА}}. \quad (4.82)$$

Полученное дробное значение N округляется в большую сторону до целого числа.

Рекомендуется общее количество генераторов N откорректировать в сторону увеличения с учетом вероятности срабатывания применяемых генераторов для обеспечения заданной заказчиком надежности установки.

Определение алгоритма пуска генераторов

Пуск генераторов может производиться одновременно (одной группой) или, с целью снижения избыточного давления в помещении, несколькими группами без перерывов в подаче огнетушащего аэрозоля.

Во время работы каждой группы генераторов относительная интенсивность подачи аэрозоля должна удовлетворять условию $U \geq U^*$,

где U – относительная интенсивность подачи аэрозоля (отношение интенсивности подачи огнетушащего аэрозоля к нормативной огнетушащей способности аэрозоля для данного типа генераторов, $U = I/q_n$), c^{-1} ; I –

интенсивность подачи огнетушащего аэрозоля в защищаемое помещение (отношение суммарной массы заряда АОС в группе генераторов установки к времени ее работы и объему защищаемого помещения), $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$.

Избыточное давление в течение всего времени работы установки не должно превышать предельно допустимого давления в помещении (с учетом остекления).

Количество групп генераторов j определяется из условия, чтобы общее количество их в установке было не меньше определенного в пп.2.1–2.3.

Определение уточненных параметров установки

Параметры установки после определения количества групп генераторов j и количества генераторов в группе n подлежат уточнению по формулам:

$$N^* = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} n_i \geq N ; \quad (4.83)$$

$$M_{АОС}^* = \sum_{i=1}^{i=N} m_{ГОА_i} \geq M_{АОС} ; \quad (4.84)$$

$$t_{АУАП}^* = \sum_{j=1}^J t_{ГР_j} , \quad (4.85)$$

где $t_{АУАП}^*$ – время работы установки (промежуток времени от момента подачи сигнала на пуск установки до окончания работы последнего генератора), с; $t_{ГР_j}$ – время работы группы генераторов (промежуток времени от момента подачи сигнала на пуск генераторов данной группы до окончания работы последнего генератора этой группы), с.

Во избежание превышения давления в помещении выше предельно допустимого необходимо провести поверочный расчет давления при использовании установки с уточненными параметрами на избыточное давление в помещении в соответствии с приложением . Если полученное в результате поверочного расчета давление превысит предельно допустимое, то необходимо увеличить время работы установки, что может быть достигнуто увеличением количества групп генераторов J при соответствующем уменьшении количества генераторов в группе n и (или) применением генераторов с более длительным временем работы. Далее необходимо провести расчет уточненных параметров установки.

Определение запаса генераторов

Установка, кроме расчетного количества генераторов, должны иметь 100 % запас (по каждому типу ГОА).

При наличии на объекте нескольких установок аэрозольного пожаротушения запас генераторов предусматривается в количестве, достаточном для восстановления работоспособности установки, сработавшей в любом из защищаемых помещений объекта.

Генераторы должны храниться на складе объекта или на складе организации, осуществляющей сервисное обслуживание установки.

Пример: Рассчитать количество генераторов огнетушащего аэрозоля для помещения – кабельных каналов ТЭЦ, размеры кабельного канала 24м- 18м-4м,

суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проёмов 2,5% от общей поверхности помещений, параметр негерметичности по высоте $\varphi = 10\%$.

Решение:

1. Согласно приложения К СП 5.13130.2009 расчет массы заряда определяется:
1.1. Суммарная масса заряда аэрозольобразующего состава, необходимая для ликвидации (тушения) пожара объемным способом в помещении заданного объема и негерметичности, определяется по формуле:

$$M_{АОС} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot q_n \cdot V, \text{ кг}, \quad (4.86)$$

где V – объем защищаемого помещения, м^3 ;

$$V = 24 \times 18 \times 4 = 1728 \text{ м}^3$$

q_n – нормативная огнетушащая способность для генератора Пурга-Э10
 $q_n = 0.063 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

K_1 – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения аэрозоля по высоте помещения;

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние негерметичности защищаемого помещения;

K_3 – коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей в аварийном режиме эксплуатации;

K_4 – коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей при различной их ориентации в пространстве.

1.2. Коэффициенты уравнения (1) определяются следующим образом:

1.2.1. Коэффициент K_1 принимается равным:

$$K_1 = 1,15 \text{ при высоте помещения от } 3,0 \text{ до } 5,0 \text{ м};$$

1.2.2. Коэффициент K_2 определяется по формуле

$$K_2 = 1 + U^* \cdot t_{л}, \quad (4.87)$$

где U^* – определенное по таблице значение относительной интенсивности подачи аэрозоля при данных значениях параметра негерметичности δ и параметра распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения ψ , с^{-1} ;

$t_{л}$ – размерный коэффициент, с. $t_{л} = 6 \text{ с}$;

δ - параметр негерметичности защищаемого помещения, определяемый как отношение суммарной площади постоянно открытых проёмов $\sum F$ к объему защищаемого помещения V ,

$$\delta = \frac{\sum F}{V}, \text{ м}^{-1}; \quad (4.88)$$

$$\sum F = 0,025 \cdot A_1$$

$$A_1 = 2a \cdot h + 2b \cdot h + 2a \cdot b \quad A_1 = 2 \cdot 24 \cdot 4 + 2 \cdot 18 \cdot 4 + 2 \cdot 18 \cdot 24 = 1200 \text{ м}^2$$

$$\sum F = 0,025 \cdot 1200 = 30 \text{ м}^2 \quad (4.89)$$

$$\delta = \frac{30}{1728} = 0,017 \text{ м}^{-1}$$

$$K_2 = 1 + 0,0425 \times 6 = 1,26$$

ψ - параметр распределения негерметичности по высоте, $\psi = 10\%$

1.2.3. Коэффициент K_3 принимается:

$K_3 = 1,5$ – для кабельных сооружений.

1.2.4. Коэффициент K_4 принимается равным:

$K_4 = 1,0$ – в остальных случаях.

$$M_{АОС} = 1.15 \times 1.26 \times 1.5 \times 1 \times 0.063 \times 1728 = 236,6 \text{ кг.}$$

2. Определение необходимого общего количества генераторов в установке

При наличии в АУАП однотипных генераторов, общее количество ГОА должно определяться по формуле

$$N \geq \frac{M_{АОС}}{m_{ГОА}}$$

$m_{ГОА} = 8,9$ кг – масса АОС в одном генераторе Пурга-Э10.

$$N \geq \frac{236,6}{8,9} = 26,6 \approx 27 \text{ шт.}$$

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация установок водяного и пенного пожаротушения.
2. Классификация установок газового пожаротушения.
3. Классификация установок порошкового пожаротушения.
4. Классификация установок аэрозольного пожаротушения.
5. Устройство и принцип работы установок водяного и пенного пожаротушения.
6. Устройство и принцип работы установок газового пожаротушения.
7. Устройство и принцип работы установок порошкового пожаротушения.
8. Устройство и принцип работы аэрозольного пожаротушения.
9. Методика расчета установок водяного и пенного пожаротушения.
10. Методика расчета установок газового пожаротушения.
11. Методика расчета порошкового пожаротушения.
12. Методика расчета аэрозольного пожаротушения.

Задачи для самостоятельного решения

Раздел 4.1

Задача № 1. Произвести гидравлический расчёт установки водяного пожаротушения для помещения магазина размеры помещения: длина 46 м, ширина 24 м, высотой 11 м.

Задача № 2. Произвести гидравлический расчёт установки водяного пожаротушения для помещения выставки длина 36 м, ширина 18 м, высотой 3 м.

Задача № 3. Произвести гидравлический расчёт установки водяного пожаротушения для помещения категории В2 длина 24 м, ширина 18 м, высотой 3,5 м.

Задача № 4. Произвести гидравлический расчёт установки водяного пожаротушения для помещения камеры хранения, расположенной в здании вокзала длина 28м, ширина 12 м, высотой 3,2 м.

Задача № 5. Произвести гидравлический расчёт установки водяного пожаротушения для помещения автостоянки длина 60м, ширина 30 м, высотой 3,5м.

Задача № 6. Произвести гидравлический расчёт установки водяного пожаротушения для помещения производства ваты длина 45м, ширина 18м, высотой 3,2 м с удельной пожарной нагрузкой 1700 МДж/м².

Задача № 7. Произвести гидравлический расчёт установки пенного пожаротушения для склада лаков длина 22м, ширина 12м, высотой 6,5 м. Высота складирования от 2 до 3 м вкл.

Задача № 8. Произвести гидравлический расчёт установки пенного пожаротушения для склада негоряемых материалов (смолы) длина 32м, ширина 10 м, высотой 5 м. Высота складирования от 1 до 2 м вкл.

Задача № 9. Произвести гидравлический расчёт установки пенного пожаротушения склада негоряемых материалов (каучука) длина 42м, ширина 12м, высотой 3,5 м. Высота складирования до 1 м вкл.

Задача № 10. Произвести гидравлический расчёт установки пенного пожаротушения для склада негоряемых материалов (резины) длина 32м, ширина 16м, высотой 4,5 м. Высота складирования от 1 до 2 м вкл.

Задача № 11. Произвести гидравлический расчёт установки водяного пожаротушения для цеха деревообработки длина 22м, ширина 14м, высотой 9,5 м.

Задача № 12. Определить соответствие оросителя диаметром 15 мм ($K=0,77$), расчетное давление перед диктующим оросителем установки водяного пожаротушения 0,1 МПа для защиты помещения склада лаков и красок с высотой складирования 2,0 метра.

Задача № 13. Определить соответствие оросителя диаметром 15 мм ($K=0,77$), расчетное давление перед диктующим оросителем установки водяного пожаротушения 0,11 МПа для защиты помещения склада твердых сгораемых материалов высотой 2,2 метра, с высотой складирования 1,5 м.

Задача № 14. Определить соответствие оросителя диаметром 15 мм ($K=0,77$), расчетное давление перед диктующим оросителем установки водяного пожаротушения 0,12 МПа для защиты помещения склада твердых сгораемых материалов высотой 11 метров, с высотой складирования 9 м.

Задача № 15. Определить соответствие оросителя диаметром 10 мм ($K=0,27$), расчетное давление перед диктующим оросителем установки водяного пожаротушения 0,15 МПа для защиты помещения склада твердых сгораемых материалов высотой 8 метров, с высотой складирования 6 м.

Раздел 4.2

Задача №1. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением растворителя,

размеры помещения 10м-6м-4м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 1250 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 5 м², минимальная температура -15°С. Огнетушащее вещество - хладон 218 (C₃F₈).

Задача №2. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением керосина, размеры помещения 12м-4м-3м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 650 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 3 м², минимальная температура -10°С. Огнетушащее вещество - хладон 318 Ц (C₄F_{8и}).

Задача №3. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением трансформаторного масла, размеры помещения 16м-8м-3м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 150 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 3 м², минимальная температура +10°С. Огнетушащее вещество - шестифтористая сера (SF₆).

Задача №4. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада машинного масла, размеры помещения 10м-4м-4м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 1650 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 4 м², минимальная температура -15°С. Огнетушащее вещество – «Инерген».

Задача №5. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением этанола, размеры помещения 12м-4м-3м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 250 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 4 м², минимальная температура +5°С. Огнетушащее вещество - хладон 125 (C₂F₅H).

Задача №6. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением растворителя, размеры помещения 10м-6м-4м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 100 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 2 м², минимальная температура -5°С. Огнетушащее вещество - двуокись углерода (CO₂).

Задача №7. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением ацетона, размеры помещения 12м-10м-3м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 500 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 4 м², минимальная температура -10°С. Огнетушащее вещество - двуокись углерода (CO₂).

Задача №8. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением спирта, размеры помещения 14м-7м-4м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 50 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 5 м², минимальная температура +5°С. Огнетушащее вещество - двуокись углерода (CO₂).

Задача №9. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением масла

машинного, размеры помещения 10м-10м -3 м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 200 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 2 м², минимальная температура +10°С. Огнетушащее вещество - азот (N₂).

Задача №10. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением бензина, размеры помещения 20м-5м-3м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 1200 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 3 м², минимальная температура +5°С. Огнетушащее вещество - аргон (Ar).

Задача №11. Рассчитать массу газового огнетушащего вещества установки газового пожаротушения тушения для защиты склада с хранением растворителя, размеры помещения 10м-6м-4м, помещение размещается относительно уровня моря на высоте 100 м. Суммарная площадь постоянно открытых проёмов 2 м², минимальная температура -5°С. Огнетушащее вещество - двуокись углерода (CO₂).

Раздел 4.3

Задача №1. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по площади помещения склада трансформаторного масла. Размеры помещения: 14м-5м-3,5 м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Защищаемая площадь одним модулем 32 м². Площадь затенения 5 м². Суммарная площадь негерметичных проёмов 3 м².

Задача №2. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по объёму помещения склада. Размеры помещения: 20м-6м-4м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Защищаемый объём одним модулем 64 м³. Площадь затенения 6 м². Суммарная площадь негерметичных проёмов 4 м².

Задача №3. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по площади помещения склада масел. Размеры помещения: 22м-12м-3м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Защищаемая площадь одним модулем 32 м². Площадь затенения 10 м².

Задача №4. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по площади помещения дизель-генераторной станции. Размеры помещения: 12м-6м-3м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-2,5». Защищаемая площадь одним модулем 7 м². Площадь затенения 4 м².

Задача №5. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по объёму помещения дизель-генераторной станции. Размеры помещения: 16м-4м-3м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Защищаемый объём одним модулем 64 м³. Площадь затенения 5 м². Суммарная площадь негерметичных проёмов 5 м².

Задача №6. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по площади помещения с хранением изопропанола. Размеры помещения: 14м-6м-5м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Защищаемая площадь одним модулем 32м². Площадь затенения 4 м².

Задача №7. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по объему помещения с хранением резины. Размеры помещения: 12м-4м-3м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Защищаемый объем одним модулем 64 м³. Площадь затенения 5 м². Суммарная площадь негерметичных проемов 3м².

Задача №8. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по объему помещения с хранением древесины. Размеры помещения: 20м-4,5м-3,3м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Защищаемый объем одним модулем 64 м³. Площадь затенения 2,5 м². Суммарная площадь негерметичных проемов 3м².

Задача №9. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по объему помещения с хранением бензола. Размеры помещения: 15м-6м-6м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-8». Защищаемый объем одним модулем 64 м³. Площадь затенения 6 м². Суммарная площадь негерметичных проемов 1м².

Задача №10. Рассчитать необходимое количество модулей порошкового пожаротушения для тушения по площади помещения дизель-генераторной станции. Размеры помещения: 18м-5м-4м. В качестве модулей порошкового пожаротушения предусмотреть модули «Буран-2,5». Защищаемая площадь одним модулем 7 м². Площадь затенения 4 м².

Раздел 4.4

Задача №1. Рассчитать количество генераторов огнетушащего аэрозоля для помещения – компрессорной, размеры помещения 15м-10м-5м, м площадь $\sum F$ постоянно открытых проёмов 3,0% от общей поверхности помещений, параметр негерметичности по высоте $\varphi = 10\%$. Нормативная огнетушащая способность для генератора TOP-1500 - $q_H=0,002$ кг/м³. Масса аэрозолеобразующего состава 1,5 кг.

Задача №2. Рассчитать количество генераторов огнетушащего аэрозоля для помещения – трансформаторной, размеры помещения 12м-12м-8м, суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проёмов 3,0% от общей поверхности помещений, параметр негерметичности по высоте $\varphi = 10\%$. Нормативная огнетушащая способность для генератора TOP-1500 - $q_H=0,002$ кг/м³. Масса аэрозолеобразующего состава 1,5 кг.

Задача №3. Рассчитать количество генераторов огнетушащего аэрозоля для помещения – кабельных каналов ТЭЦ, размеры кабельного канала 30м-3 м-3м, суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проёмов 2,5% от общей поверхности помещений, параметр негерметичности по высоте $\varphi = 10\%$. Нормативная огнетушащая способность для генератора TOP-1500 - $q_H=0,002$ кг/м³. Масса аэрозолеобразующего состава 1,5 кг.

Задача №4. Рассчитать количество генераторов огнетушащего аэрозоля для помещения – дизель-генераторной, размеры помещения 20м-10м-4м, суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проёмов 2,0% от общей поверхности помещений, параметр негерметичности по высоте $\varphi = 10\%$. Нормативная огнетушащая способность для генератора TOP-1500 - $q_H=0,003$ кг/м³. Масса аэрозолеобразующего состава 1,5 кг.

Задача №5. Определить массу аэрозолеобразующего состава для защиты помещения размерами 8м-5м-2,5м. Огнетушащая способность аэрозоля составляет 0,153 кг/м³. В верхней части защищаемого помещения имеется постоянно открытый проем размерами 0,05х0,1м. Суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проемов составляет 0,09 м.

Задача №6. Определить количество генераторов огнетушащего аэрозоля (масса аэрозолеобразующего состава - 6,3кг, огнетушащая способность аэрозоля - 0,126 кг/м³) для защиты помещения размерами 13м-8м- 3м. Площадь постоянно открытых проемов в верхней части помещения 0,05м. Суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проемов - 0,08 м².

Задача №7. Определить количество генераторов огнетушащего аэрозоля (масса аэрозолеобразующего состава - 9,8кг, огнетушащая способность аэрозоля - 0,126 кг/м³) для защиты кабельного канала размерами 50м-3м-1м. Площадь постоянно открытых проемов в верхней части кабельного канала 0,05м. Суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проемов - 0,08 м².

Задача №8. Определить массу аэрозолеобразующего состава для защиты помещения размерами 9м-4м-3м. Огнетушащая способность аэрозоля составляет 0,153 кг/м³. В верхней части защищаемого помещения имеется постоянно открытый проем размерами 0,03х0,1м. Суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проемов составляет 0,07 м².

Задача №9. Определить количество генераторов огнетушащего аэрозоля (масса аэрозолеобразующего состава - 3,4 кг, огнетушащая способность аэрозоля - 0,065 кг/м³) для защиты помещения архива банка размерами 15м-9м-3,5м. Площадь негерметичности в верхней части помещения - 0,03 м².

Задача №10. Рассчитать количество генераторов огнетушащего аэрозоля для кабельных сооружений, размеры 24м-3м-2м, суммарная площадь $\sum F$ постоянно открытых проёмов 0,5% от общей поверхности помещений, параметр негерметичности по высоте $\varphi = 10\%$. Нормативная огнетушащая способность для генератора TOP-1500 - $q_H=0,002$ кг/м³. Масса аэрозолеобразующего состава 1,5 кг.

Список литературы

1. Федеральный закон от 22.07.08 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 10.07.2012 N 117-ФЗ «О внесении изменений в федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. Постановление Правительства РФ N 390 от 25.04.2012 «О противопожарном режиме». Правила противопожарного режима в Российской Федерации.
5. СП 3.13130.2009 Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности.
6. СП 5.13130.2009 Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
7. Кузовкин В. А. Электротехника и электроника: учебник для бакалавров / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. - М.: Издательство Юрайт, 2013. - 431с. - Серия: Бакалавр. Углубленный курс.
8. Миловзоров О.В. Основы электроники: учебник для бакалавров / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 408 с.
9. Электротехника и электроника: учебник для вузов/О.В. Григораш, Г.А. Султанов, Д.А. Нормав.–Ростов н/Д: Феникс; Краснодар: Неоглори, 2008. – 462 с.
10. Электротехника и электроника: учебное пособие для вузов / В.В. Кононенко, В.И. Мишкович, В.В. Муханов, В.Ф. Пландин, П.М. Чеголин/ под ред. В.В. Кононенко. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010. – 752 с.
11. Электротехника: учебник для вузов. - 12-е изд., стер. / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 544 с.
12. www.bolid.ru
13. www.sauto-bisk.ru
14. www.kodos.ru
15. www.trombon.org

Приложение












Приложение 1. Технические данные полупроводниковых диодов

Таблица 1.1. Технические данные полупроводниковых приборов.

Тип диода	Идоп, А	Уобр, В	Тип диода	Идоп, А	Уобр, В
Д7Г	0,3	200	Д231	10	300
Д205	0,4	400	Д231Б	5	300
Д207	0,1	200	Д232	10	400
Д209	0,1	400	Д232Б	5	400
Д210	0,1	500	Д233	10	600
Д211	0,1	600	Д233Б	5	500
Д214	5	100	Д234Б	5	600
Д214А	10	100	Д242	5	100
Д214Б	2	100	Д242А	10	100
Д215	5	200	Д242Б	2	100
Д215А	10	200	Д243	5	200
Д215Б	2	200	Д243А	10	200
Д217	0,1	800	Д243Б	2	200
Д218	0,1	1000	Д244	5	50
Д221	0,4	400	Д244А	10	50
Д222	0,4	600	Д244Б	2	50
Д224	5	50	Д302	1	200
Д224А	10	50	Д303	3	150
Д226Б	2	50	Д304	3	100
Д226	0,3	400	Д305	6	50
Д226А	0,3	300	КД202А	3	50
			КД202Н	1	500

Приложение 2. Условные графические обозначения АУПС и СОУЭ

Таблица 2.1. Обозначение элементов автоматики

Наименование	Графическое обозначение	Обозначение буквенное
Извещатель пожарный автоматический тепловой		ВТК
Извещатель пожарный автоматический дымовой		ВТН
Извещатель пожарный автоматический пламени		ВТФ
Извещатель пожарный ручной		ВТМ
Прибор приемно-контрольный, прибор управления		АРК
Устройство оконечное		ЗС
Пульт централизованного наблюдения		АРК
Оповещатель пожарный речевой		БИАР
Оповещатель пожарный звуковой		БИАС
Оповещатель пожарный световой		БИАЛ
Оповещатель пожарный светозвуковой		БИАЛ

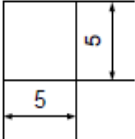
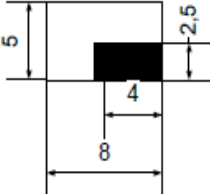
Буквенно-цифровое обозначение пожарного извещателя допускается записывать в последовательности: номер приемно-контрольного прибора, буквенный код извещателя, номер шлейфа, порядковый номер извещателя. Номер шлейфа и порядковый номер извещателя в обозначении должны разделяться точкой. Для построения обозначения применяют прописные буквы латинского алфавита.

Пример: 2ВТК1.12

где 2 - номер приемно-контрольного прибора ВТК - буквенный код извещателя; 1 - номер шлейфа; 12 - порядковый номер извещателя.

Буквенно-цифровые обозначения многократно повторяющихся элементов систем допускается указывать один-два раза в начале и в конце изображения. Размеры основных условных графических обозначений в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Обозначение извещателей и приборов

Наименование	Обозначение
Извещатель пожарный	
Прибор приемно - контрольный, прибор управления	

Приложение 3. Технические характеристики оборудования АУПС
ОБОРУДОВАНИЕ НЕАДРЕСНЫХ ПОРОГОВЫХ АУПС

Таблица 3.1. Извещатели пожарные

Обозначение	Наименование	Защищенность	Напряжение питания, В	Токопотребление в дежурном режиме/режиме «Пожар», мА
Извещатели пожарные ручные				
ИПР-Т1	рычажный	IP 41	22 + 12	<0,05 / <12
ИПР-Т2	рычажный	IP 41	22 + 12	<0,02 / <12
ИПР-Т3	рычажный	IP 41	22 + 12	<0,02 / 7,5 ± 1,5
ИР1	рычажный	IP 41	9 ... 30	0,04 / 2,5
ИПР-И	кнопочный	IP 41	9 ... 28	<0,1 / 1
ИПР-К	кнопочный	IP 41	18 ... 24	0,35 / 18
ИПР-513-2 «Агат»	кнопочный	IP 41	9 ... 100	0,08 / 1000
ИПР-513-3 исп.02	кнопочный	IP 41	<30	<0,05 / <0,25
ИПР-55	кнопочный	IP 41	9 ... 30	<0,025 / <20
ИП 535-07е	взрывозащищенный	1ExdmIICT6, IP67	6 ... 28	<0,02/<1
ИП 535 Гарант	взрывозащищенный	ExiaIIВТ6, IP67	<24	<0,01 / <20,5±0,6
Извещатели пожарные тепловые				
ИП-101-78-А1	ИП-101-78-А1	ИП-101-78-А1	ИП-101-78-А1	ИП-101-78-А1
ИП-114-01-А1	ИП-114-01-А1	ИП-114-01-А1	ИП-114-01-А1	ИП-114-01-А1
С-2000-ИП	С-2000-ИП	С-2000-ИП	С-2000-ИП	С-2000-ИП
ИП-101-10	ИП-101-10	ИП-101-10	ИП-101-10	ИП-101-10
ИП-101-1А-А1	ИП-101-1А-А1	ИП-101-1А-А1	ИП-101-1А-А1	ИП-101-1А-А1
ИП-101-1А-А3	ИП-101-1А-А3	ИП-101-1А-А3	ИП-101-1А-А3	ИП-101-1А-А3
ИП-101-3А	ИП-101-3А	ИП-101-3А	ИП-101-3А	ИП-101-3А

Обозначение	Наименование	Защищенность	Напряжение питания, В	Токопотребление в дежурном режиме/режиме «Пожар», мА
ИП-103-5/1	максимальный	IP30	10 ... 25	<0,05 / <20
ИП-103-5/1С-А3 н.з.	максимальный	-	<30	<0,05 / <30
ИП-103-7/2	максимальный	-	<70	<0,03 / <150
ИП-103-3-А2-1М исп.2	максимальный	IP22	<30	<0,05 / <0,15
ИП-105-1D Сауна	максимальный	IP20	10 ... 30	<0,001 / <0,05
ИП 101-07е	взрывозащищенный (максимальный)	1ExdIICT6X, IP67	8 ...28	<0,03 / <2
ИП 101-07ем	взрывозащищенный на-страиваемый резервуарный	1Exd[ia]IICT6X , IP67	8 ... 28	<0,2 / <200
ИП 101-20/1 «Мак-Т» исп. 01 ИБ	взрывозащищенный	0ExiaIICT6, IP41	9 ...27	<0,1 / <20
Извещатели пожарные дымовые точечные				
ИП-212-78	ИП-212-78	ИП-212-78	ИП-212-78	ИП-212-78
ИП 212/101-78-А1	ИП 212/101-78-А1	ИП 212/101-78-А1	ИП 212/101-78-А1	ИП 212/101-78-А1
ИП-212-81 Аврора 01	ИП-212-81 Аврора 01	ИП-212-81 Аврора 01	ИП-212-81 Аврора 01	ИП-212-81 Аврора 01
ИП-212-5М3	ИП-212-5М3	ИП-212-5М3	ИП-212-5М3	ИП-212-5М3
Астра-421 исп. П	Астра-421 исп. П	Астра-421 исп. П	Астра-421 исп. П	Астра-421 исп. П
Астра-421 исп. А	Астра-421 исп. А	Астра-421 исп. А	Астра-421 исп. А	Астра-421 исп. А
ИП-212-3СУ	ИП-212-3СУ	ИП-212-3СУ	ИП-212-3СУ	ИП-212-3СУ
ИП-212-3СМ	ИП-212-3СМ	ИП-212-3СМ	ИП-212-3СМ	ИП-212-3СМ
ИП-212-83СМ	ИП-212-83СМ	ИП-212-83СМ	ИП-212-83СМ	ИП-212-83СМ
ИП-212-31/1	ИП-212-31/1	ИП-212-31/1	ИП-212-31/1	ИП-212-31/1
ИП-212-39/1	ИП-212-39/1	ИП-212-39/1	ИП-212-39/1	ИП-212-39/1

Продолжение Таблица 3.1.

Обозначение	Наименование	Защищенность	Напряжение питания, В	Токопотребление в дежурном режиме/режиме «Пожар», мА
ИП-212-4С	оптико-электронный	IP30	9 ... 28	0,05 / 30
ИП-212-4СБ	оптико-электронный	IP30	10 ... 15	<0,1 / <30
ИП-212-41М	оптико-электронный	P30	9 ... 30	0,04 / <20
ИП-212-43,43М	автономный оптико-электронный	-	4,5 ... 6,5	<0,025 / <22
ИП-212-44	оптико-электронный	-	9 ... 36	<0,15 / <50
ИП-212-44 с МС-01, МС-02	оптический четырехпроводный	-	9 ... 36	<0,2 / <22
ИП-212-45	оптико-электронный	IP30	7,5 ... 30	<0,05 / <30
ИП-212-46	оптико-электронный	IP40	9 ... 27	<0,06 / <20
ИП-212-50М	микропроцессорный автономный	IP30	9	<0,025 / <20
ИП-212-50М2	микропроцессорный автономный	IP40	9	<0,03 / <30
ИП-212-53	двухпороговый	IP40	10,0 ... 36,0	<0,2 / <20
ИП-212-53 с МС-04	автономный четырехпроводный	IP40	9 ... 15	<12 / <35
ИП 212-1В	оптико-электронный взрывозащищенный	1ExdiaПВТ6Х, IP31/IP54	11,5 ... 28,0	<0,09 / >3 <20
ИП 212/101-18-А2R1 ИБ	взрывозащищенный комбинированный с дифференциальным и порогово-максимальным тепловым каналом	0ExiaПВТ6, IP41	< 20	<0,05 / <15

Обозначение	Наименование	Защищенность	Напряжение питания, В	Токопотребление в дежурном режиме/режиме «Пожар», мА
Извещатели пожарные дымовые линейные				
Артон-ДЛ	оптический четырехпроводной	-	10 - 30	<1,0 / 8 ± 1,6
ИПДЛ-1Д	оптико-электронный, двухпозиционный	IP41	12 ± 3	<9 / <130
ИПДЛ-1Д II (4P)	двухпозиционный	IP41	12 ± 3	17 / <130
ИП-212-7	оптико-электронный		20 - 24	3 / 3
ИП212-65 «СПЭК-2314»	оптико-электронный, микропроцессорный	1ExdIIВТ5Х IP42	10,2 - 30	0,12 / 70
Извещатели пожарные газовые				
Эксперт	максимальный, угарный газ	IP41	10 - 28	<30 / <30
Эксперт IP55	максимальный, угарный газ	IP55	10 - 28	<30 / <30
Атлант	природный газ	IP41	9 - 13,8	<200 / <400
ИП 435-4-Ex «Сегмент»	максимально-дифференциальный, угарный газ	0ExiaIICT6 IP54	10 - 28	3,9 - 4,1 / 17,9 - 20,1
ИШ -O-CO ₂	оптический	1ExdIIВТ4, IP66	18 - 32	4 / 20
Извещатели пожарные пламени				
Спектрон 201Н(1)	Спектрон 201Н(1)	Спектрон 201Н(1)	Спектрон 201Н(1)	Спектрон 201Н(1)
Спектрон 210Н(3)	Спектрон 210Н(3)	Спектрон 210Н(3)	Спектрон 210Н(3)	Спектрон 210Н(3)
Спектрон 220Н(4)	Спектрон 220Н(4)	Спектрон 220Н(4)	Спектрон 220Н(4)	Спектрон 220Н(4)

Таблица 3.2. Неадресные пороговые приемно-контрольные приборы

Наименование оборудования	Число сигнальных линий (шлейфов)	Напряжение питания от резервного источника U (В)	Штатная аккумуляторная батарея АКБ (Ач)	Ток потребления в дежурном режиме I ^д . (мА)	Ток потребления в режиме «Пожар» I ^п . (мА)	Дополнительные данные
Астра-712/2	2	12	7	110	120	
Астра-712/4	4	12	7	150	170	
Астра-712/8	8	12	7	180	200	
Нота	1	12	2	60	150	
Нота-2	2	12	2	70	150	
Гранд Магистр-2	2	12	7	120	120	
Гранд Магистр-6	6	12	7	140	140	
Гранд Магистр-12	12	12	7	150	150	
Гранд Магистр-16	16	12	7	170	170	
Гранд Магистр-20	20	12	7	190	190	
Гранд Магистр-24	24	12	7	230	230	
Гранд Магистр-30	30	12	7	260	260	
Луч	1	12	2,2	60	150	
Радуга	5	24	7	150	350	
Яхонт-1И	1	12, 24	-	50	50	[Exia]IIВ
Яхонт-1ИУ	1	12, 24	-	50	50	[Exia]IIВ
Яхонт-4И	4 или 2	12	2,3	70	70	[Exia]IIВ

Продолжение Таблица 3.2.

Наименование оборудования	Число сигнальных линий (шлейфов)	Напряжение питания от резервного источника U (В)	Штатная аккумуляторная батарея АКБ (Ач)	Ток потребления в дежурном режиме 1д.р. (мА)	Ток потребления в режиме «Пожар» 1РП. (мА)	Дополнительные данные
Яхонт-16И	16 или 8	12	7	100	100	[Exia]IIB
Яхонт-ППУ	—	12	—	150	150	[Exib]IIB
Роса-28Б-Бх	1-4	12	—	100	100	ExibIIC
Корунд-1ИМ	1	12	7	70	70	ExibIICX
Корунд 2/4-СИ	2 или 4	12	7	90	90	ExibIICX
Корунд 20-СИ	10 или 20	12	7	150	150	ExibIICX
УПКОП 135-1-1(2)	1	12	—	500	500	ExiaIIB

Таблица 3.3. Технические характеристики источников вторичного бесперебойного питания и аккумуляторов

Наименование источника питания	Технические характеристики
АКБ-12 1,2 Ач	Аккумулятор
АКБ-12 2,3 Ач	Аккумулятор
АКБ-12 3,2 Ач	Аккумулятор
АКБ-12 4,5 Ач	Аккумулятор
АКБ-12 7,0 Ач	Аккумулятор
АКБ-12 12,0 Ач	Аккумулятор
АКБ-12 18,0 Ач	Аккумулятор для РИП-12 исп.01
АКБ-12 26,0 Ач	Аккумулятор
АКБ-12 45,0 Ач	Аккумулятор
РИП-12 исп.01	12 В, 3 А (10 мин-4 А, 2 мин-8 А), световая и звуковая индикация режимов, возможность установки аккумулятора 17 Ахч и внешних до 34 Ахч, защита от переразряда. Крышка под замок
РИП-12 исп.02	12 В, 2 А (10 мин-3 А, 2 мин-5 А), световая и звуковая индикация режимов, емкость 7 Ахч (без аккумулятора), защита от переразряда. Крышка под замок
РИП-12 исп.04	12 В, 2 А, с микропроцессорным управлением. Звуковая и световая сигнализация режимов. Возможность установки аккумулятора 7 Ахч Обеспечивает защиту от переразряда аккумуляторной батареи. Крышка под винт
РИП-24 исп.01	24 В, 3,0 А (10 мин-4 А, 2 мин-6 А), световая и звуковая индикация режимов, емкость 2х7 Ахч (без аккумуляторов), возможность подключения внешних аккумуляторов 2х17 Ахч , защита от переразряда. Крышка под замок
РИП-24 исп.02	24 В, 1 А (10 мин-1,5 А, 2 мин-3 А), световая и звуковая индикация режимов, емкость 2х7 Ахч (без аккумуляторов), защита от переразряда. Крышка под замок
РИП-24 исп.04	24 В, 1 А, световая и звуковая индикация режимов, емкость 2х 4 Ахч (без аккумуляторов), защита от переразряда. Крышка под винт
Бокс 2х17Ач-12В	Бокс для установки двух аккумуляторов 17 Ач с элементами защиты для подключения к резервируемому источнику питания РИП-12 исп.0
Бокс 2х17Ач-24В	Бокс для установки двух АКБ 12В-17Ач с элементами защиты
Скат-1200	12В, 3,5А, кратковременно и в режиме резерва до 4А, корпус под АКБ 7-12Ач
Скат-1200А	12В, 0,7А, кратковременно и в режиме резерва до 2А, металлический корпус под АКБ 1,2Ач
Скат-1200Б	12В, 1,3А, кратковременно и в режиме резерва до 5А, металлический корпус под АКБ 4-7Ач, контроль АКБ

Скат-1200Д	12В, 1,5А, кратковременно и в режиме резерва до 5А, пластиковый корпус под АКБ 4-7Ач
Скат-1200Д исп. 1	12В, 2А, кратковременно и в режиме резерва до 2,4А, металлический корпус под АКБ 4-7Ач, диапазон входного напряжения 170-250В
Скат-1200Д исп.2	12В, 4,5А, кратковременно и в режиме резерва до 6 А, корпус под АКБ 7-12Ач, возможность длительного резерва при исп. 1200P5 или 1200P20
Скат-1200И7 исп.3000	12В, 4,5А, СКАТ - 1200И7 в корпусе под АКБ 2 шт. 12Ач
Скат-1200И7 исп.5000	12В, 4,5А, СКАТ - 1200И7 в корпусе под АКБ 2 шт. 40Ач
Скат-1200М	12В, 2А, кратковременно и в режиме резерва до 3А, корпус под АКБ 7Ач,12 Ач
Скат-1200P20 резервный 20А	12В, в резервном режиме (т.е. только при пропадании 220В) 20А, корпус под АКБ 7-26Ач
Скат-1200С	12В, 1А, кратковременно и в режиме резерва до 2А, пластиковый корпус под АКБ 4-7Ач, с контролем АКБ
Скат-1200У	12В, 6А, кратковременно и в режиме резерва до 6,5А, корпус под АКБ 7-12Ач
Скат-1200У исп.5000	12В, 6А, кратковременно и в режиме резерва до 6,5А, корпус под АКБ 40Ач
Скат-2400	24В, 3А, кратковременно и в режиме резерва до 3,5А, корпус под 2 шт. АКБ 7-12Ач
Скат-2400И7	24В, 4,5А, кратковременно и в режиме резерва до 6А, корпус под 2 шт. АКБ 7-12Ач
Скат-2400И7 исп. 5000	24В, 4,5А, кратковременно и в режиме резерва до 6А, корпус под 2 шт. АКБ40Ач
Скат-2412	24В/2,5А, 12В/0,5А, кратковременно и в режиме резерва до 3А, корпус под 2 шт. АКБ 7-12Ач

Приложение 4.

Таблица 4. Группы помещений (производств и технологических процессов) по степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки сгораемых материалов

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/м ² . 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/м ² . 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/м ² . 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:

Группы помещений определены по их функциональному назначению. В тех случаях, когда невозможно подобрать аналогичные производства, группу следует определять по категории помещения.

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/м² — в 1,5 раза;
при удельной пожарной нагрузке более 2200 МДж/м² — в 2,5 раза.

Таблица 4.1. Исходные данные для расчета установок водяного и пенного пожаротушения

Нормативные данные для расчета установок водяного и пенного пожаротушения [6].

Параметры установок пожаротушения интенсивность орошения, расход ОТВ, минимальная площадь орошения при срабатывании спринклерной АУП, продолжительность подачи воды и максимальное расстояние между спринклерными оросителями, кроме АУП тонкораспыленной водой и роботизированных установок пожаротушения, следует определять в соответствии с таблицами 4.1 — 4.3.

Значения интенсивности орошения и расхода воды или раствора пенообразователя для помещений высотой до 10 м, а также для фонарных помещений при суммарной площади фонарей не более 10 % площади приведены в таблице 4.1.

Группа помещений	Интенсивность орошения защищаемой площади, л/(с·м ²), не менее		Расход, л/с, не менее		Минимальная площадь спринклерной АУПТ), м ² , не менее	Продолжительность подачи воды, мин, не менее	Максимальное расстояние между спринклерными оросителями), м
	водой	раствором пенообразователя	водой	раствором пенообразователя			
1	0,08	—	10	—	60	30	4
2	0,12	0,08	30	20	120	60	4
3	0,24	0,12	60	30	120	60	4
4.1	0,3	0,15	110	55	180	60	4
4.2	—	0,17	—	65	180	60	3
5	По таблице 4.2				90	60	3
6	»				90	60	3
7	»				90	(10—25) ²⁾	3

Для спринклерных АУП, АУП с принудительным пуском, спринклерно-дренчерных АУП. Продолжительность работы пенных АУП с пеной низкой и средней кратности при поверхностном пожаротушении следует принимать: 25 мин — для помещений группы 7; 15 мин — для помещений категорий А, Б и В1 по взрывопожарной опасности; 10 мин — для помещений категорий В2 и В3 по пожарной опасности.

Таблица 4.2. Исходные данные

Высота складирования, м	Группа помещений					
	5		6		7	
	водой	раствором пенообразователя	водой	раствором пенообразователя	водой	раствором пенообразователя
Интенсивность орошения защищаемой площади (согласно табл. 4.1), л/(с*м ²), не менее						
До 1 вкл.	0,08	0,04	0,16	0,08	—	0,1
Св. 1 до 2 вкл.	0,16	0,08	0,32	0,2	—	0,2
Св. 2 до 3 вкл.	0,24	0,12	0,40	0,24	—	0,3
Св. 3 до 4 вкл.	0,32	0,16	0,40	0,32	—	0,4
Св. 4 до 5,5 вкл.	0,4	0,32	0,50	0,40	—	0,4
Расход, л/с, не менее						
До 1 вкл.	15	7,5	30	15	—	18
Св. 1 до 2 вкл.	30	15	60	36	—	36
Св. 2 до 3 вкл.	45	22,5	75	45	—	54
Св. 3 до 4 вкл.	60	30	75	60	—	75
Св. 4 до 5,5 вкл.	75	37,5	90	75	—	75

Примечания:

Группы помещений приведены в приложении 4.1.

В группе 6 тушение резины, РТИ, каучука и смол рекомендуется осуществлять водой со смачивателем или низкократной пеной.

Для складов с высотой складирования до 5,5 м и высотой помещения более 10 м расход и интенсивность орошения водой и раствором пенообразователя по группам 5—7 должны быть увеличены из расчета 10 % на каждые 2 м высоты помещения.

В таблице указаны интенсивности орошения раствором пенообразователя общего назначения. Допускается осуществлять проектирование АУП при высоте складирования более 5,5 м после проведения испытаний, подтверждающих основные заявленные параметры, при наличии специальных технических условий применительно к каждому конкретному объекту или группе однородных объектов, разработанных организацией, имеющей соответствующие полномочия.

Значения интенсивности орошения и расхода воды или раствора пенообразователя для помещений высотой от 10 до 20 м, а также для фонарных помещений при суммарной площади фонарей более 10 % площади приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Исходные данные

Высота помеще ния, м	Группа помещений							
	1	2		3		4.1		4.2
	водой	водой	раствором пенообра- зователя	водой	раствором пенообра- зователя	водой	раствором пенообра- зователя	раствором пенообра- зователя
Интенсивность орошения защищаемой площади орошения, л/(с*м ²), не менее								
От 10 до 12 вкл.	0,09	0,13	0,09	0,26	0,13	0,33	0,17	0,20
Св. 12 до 14 вкл.	0,1	0,14	0,1	0,29	0,14	0,36	0,18	0,22
Св. 14 до 16 вкл.	0,11	0,16	0,11	0,31	0,16	0,39	0,2	0,25
Св. 16 до 18 вкл.	0,12	0,17	0,12	0,34	0,17	0,42	0,21	0,27
Св. 18 до 20 вкл.	0,13	0,18	0,13	0,36	0,18	0,45	0,23	0,30
Расход ОТВ, Q, л/с, не менее								
От 10 до 12 вкл.	12	35	25	70	35	130	65	95
Св. 12 до 14 вкл.	14	40	30	85	45	155	80	115
Св. 14 до 16 вкл.	17	50	35	95	50	180	90	140
Св. 16 до 18 вкл.	20	57	40	115	60	215	105	165
Св. 18 до 20 вкл.	24	65	50	130	65	240	120	195
Минимальная площадь орошения S, м ² , не менее								
От 10 до 12 вкл.	66	132	132		198		238	
Св. 12 до 14 вкл.	72	144	144		216		259	
Св. 14 до 16 вкл.	78	156	156		230		276	

Св. 16 до 18 вкл.	84	168	168	252	303
Св. 18 до 20 вкл.	90	180	180	270	325

Примечания:

Группы помещений приведены в таблице 4.

В таблице указаны интенсивности орошения раствором пенообразователя общего назначения.

В случае, если фактическая площадь $S_{\text{ф}}$, защищаемая установками водяного и пенного пожаротушения, меньше минимальной площади орошения S спринклерной АУП, АУП с принудительным пуском или спринклерно-дренчерной АУП, указанной в таблице 8.3, то фактический расход может быть уменьшен на коэффициент $K = S_{\text{ф}}/S$.

Оросители и генераторы

СБОУ-РВо(д)О,24-Ю/2/Р57.Б3- «СВВ-8»
 СБОУ-РВо(д)О,35-Ю/2/Р57.Б3- «СВВ-10»
 СБОУ-РВо(д)0,47-Я1/2/Р57.Б3- «СВВ-12»
 СБОУ-РВо(д)0,77-Ю/2/Р57.Б3- «СВВ-15»
 СБОУ-РНо(д)0,24-Я1/2/Р57.Б3 - «СВН-8»
 СБОУ-РНо(д)0,35-Я1/2/Р57.Б3- «СВН-10»
 СБОУ-РНо(д)0,47-Я1/2/Р57.Б3- «СВН-12»
 СБОУ-РНо(д)0,77-Я1/2/Р57.Б3- «СВН-15»
 СБОУ-РВо(д)0,24-Я1/2/Р68.Б3- «СВВ-8»
 СБОУ-РВо(д)О,35-Ю/2/Р68.Б3- «СВВ-10»
 СБОУ-РВо(д)0,47-Я1/2/Р68.Б3- «СВВ-12»
 СБОУ-РВо(д)0,77-Я1/2/Р68.Б3- «СВВ-15»
 СБОУ-РНо(д)О,24-Ю/2/Р68.Б3- «СВН-8»
 СБОУ-РНо(д)0,35-Я1/2/Р68.Б3- «СВН-10»
 СБОУ-РНо(д)0,47-Я1/2/Р68.Б3-«СВН-12»
 СБОУ-РНо(д)0,77-Я1/2/Р68.Б3- «СВН-15»

Таблица 4.4. Технические характеристики оросителей

Наименование	Значение для оросителей спринклерных и дренчерных с условным диаметром выходного отверстия			
	8 мм	10 мм	12 мм	15 мм
Диапазон рабочего давления, МПа	0,1 – 1,0*			
Защищаемая площадь при высоте установки оросителя над орошаемой поверхностью 2,5 м и давлении 0,1 (0,3) МПа, м ²	12			
Коэффициент производительности	0,24	0,35	0,47	0,77
Номинальная температура срабатывания спринклерных оросителей, °С	57±3/68±3			
Условное время срабатывания спринклерных оросителей, с, не более: с колбой диаметром 5 мм с колбой диаметром 3 мм	250/250 200/200			
Предельно допустимая рабочая температура спринклерных оросителей, °С	38/50			

Оросители спринклерные и дренчерные пенные универсальные

СПО0-Руо(д)0,74-Ю/2/P68.В3-«СПУ-15» СПО0-Руо(д)0,74-Ю/2/P57.В3-«СПУ-15» ДПО0-Руо(д)0,74-R1/2/В3-«ДПУ-15»

Таблица 4.5. Технические характеристики оросителей

Наименование параметра	Значение для оросителя типа	
	«ДПУ-15»	«СПУ-15»
Диапазон рабочего давления, МПа	0,15 -	1,00*
Защищаемая площадь при высоте установки 2,5 м и рабочем давлении 0,15 МПа, м ²	12	
Коэффициент производительности	0,74	
Номинальная температура срабатывания, °С	-	57±3/68±3
Условное время срабатывания, с	-	250/250
Предельно допустимая рабочая температура, °С	-	38/50
Маркировочный цвет жидкости в колбе		оранжевый/ красный
Кратность пены, не менее	5	

Таблица 4.8. Водоотдача водопроводных сетей

Напор вод. сети, м	Вид водопроводной сети	Водоотдача водопроводной сети, л/с, при диаметре трубы, мм						
		100	125	150	200	250	300	350
10	тупиковая	10	20	25	30	40	55	65
	кольцевая	25	40	53	65	85	115	130
20	тупиковая	14	25	30	45	55	80	90
	кольцевая	30	60	70	90	115	170	195
30	тупиковая	17	35	40	55	70	95	110
	кольцевая	40	70	80	110	145	205	235
40	тупиковая	21	40	45	60	80	110	140
	кольцевая	45	85	95	130	185	235	280
50	тупиковая	24	45	50	70	90	120	160
	кольцевая	50	90	105	145	200	265	325
60	тупиковая	26	47	55	80	110	140	190
	кольцевая	52	95	110	163	225	290	380
70	тупиковая	29	50	65	90	125	160	210
	кольцевая	58	105	130	182	255	330	440
80	тупиковая	32	55	70	100	140	180	250
	кольцевая	64	115	140	205	287	370	500

Таблица 4.9. Скорость движения воды по трубам

Напор вод. сети	Скорость движения воды, м/с, при диаметре труб, мм					
	100	125	150	200	250	300
10	1,2	1,2	1,2	1,0	0,9	0,9
20	1,4	1,4	1,4	1,2	1,0	1,0
30	1,5	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2
40	1,6	1,6	1,6	1,4	1,3	1,3
50	1,7	1,7	1,7	1,5	1,4	1,4

Приложение 4.1

Узлы управления установками водяного пожаротушения. Типы, технические характеристики

Клапан спринклерный модели AV-1 (F-200), 20.7 бар, сигнальный водяной, Ду 65*, 100, 150 и 200 мм с обвязкой и замедляющей камерой (Рис.4.1.1). Представляет собой сборную конструкцию, состоящую из стыковочного кольца, заслонки с резиновой оболочкой и корпуса водосигнального клапана, предназначенную для использования в спринклерных установках пожаротушения с заполнением водой трубопровода автоматических спринклерных оросителей. Данная модель клапана предназначена для автоматического включения электрических и/или гидравлических противопожарных устройств при наличии устойчивого притока воды в систему, эквивалентного по объему расходу воды, потребляемой одним или несколькими спринклерами.



Рис.4.1.1. Внешний вид клапана AV-1

График зависимости номинальных потерь давления на трение от расхода воды представлен на Рис.4.1.2

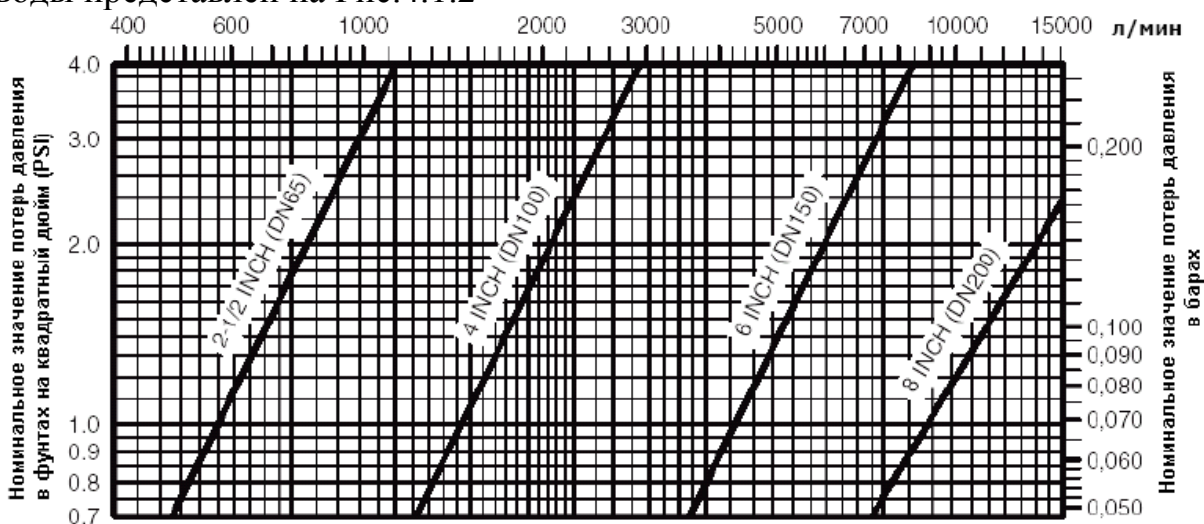


Рис.4.1.2. График зависимости номинальных потерь давления на трение от расхода воды (1бар=0.098Мпа)

Воздушный спринклерный клапан модели DPV-1 фланцевый, Ду 100 и Ду 150, с обвязкой и акселератором является дифференциальным клапаном (Рис.4.1.3) и используется для управления потоком воды в воздухозаполненных спринклерных системах при вскрытии одного или нескольких оросителей.

Воздушные спринклерные системы используются в не отапливаемых помещениях, гаражах, витринах, чердаках и прочих подобных объектах, подверженных воздействию низких температур, где нельзя использовать заполненный водой трубопровод. Воздушная спринклерная система заполняется сжатым воздухом или азотом. При вскрытии спринклеров под воздействием тепла от пожара происходит падение давления в трубопроводе, что приводит к открытию клапана DPV-1 и подаче потока воды в трубопровод системы. Для предотвращения «ложных» срабатываний системы, которые могут произойти при колебаниях давления источника воды, минимальное требуемое давление воздуха составляет примерно 18% от нормального статического давления воды на входе с дополнительным 1,4 бар фактором безопасности.



Рис.4.1.3. Внешний вид клапана DPV-1

График зависимости номинальных потерь давления на трение от расхода воды представлен на Рис.4.14.

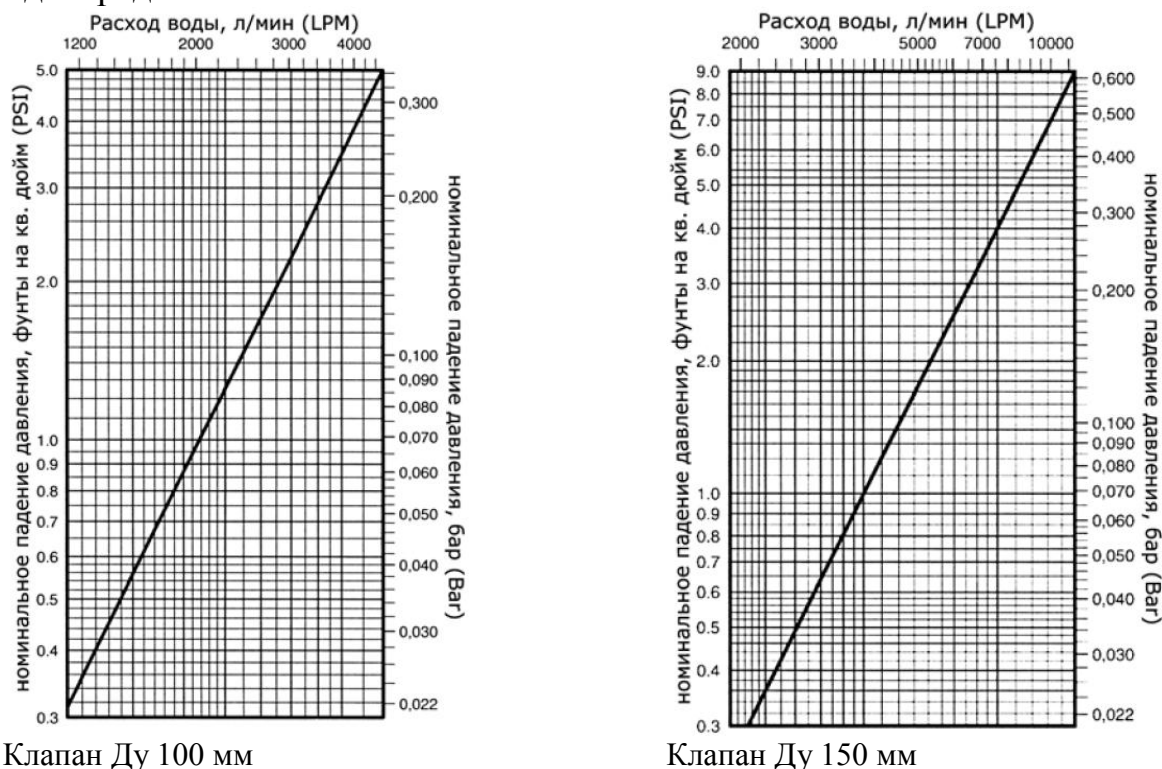


Рис.4.1.4. График зависимости номинальных потерь давления на трение от расхода воды (1бар=0.098МПа)

Дренчерные клапаны, модель DV-5, диафрагменного типа Ду 40, 50, 80, 100, 150 и 200 мм, являются клапанами диафрагменного типа Рис.4.1.6, предназначенными для вертикальной или горизонтальной установки, для применения в противопожарных системах. Они используются в качестве «автоматических клапанов контроля воды» в дренчерных системах, в системах раннего реагирования, а также в противопожарных системах специальных типов – таких, как водопенные системы и системы с двойной блокировкой.

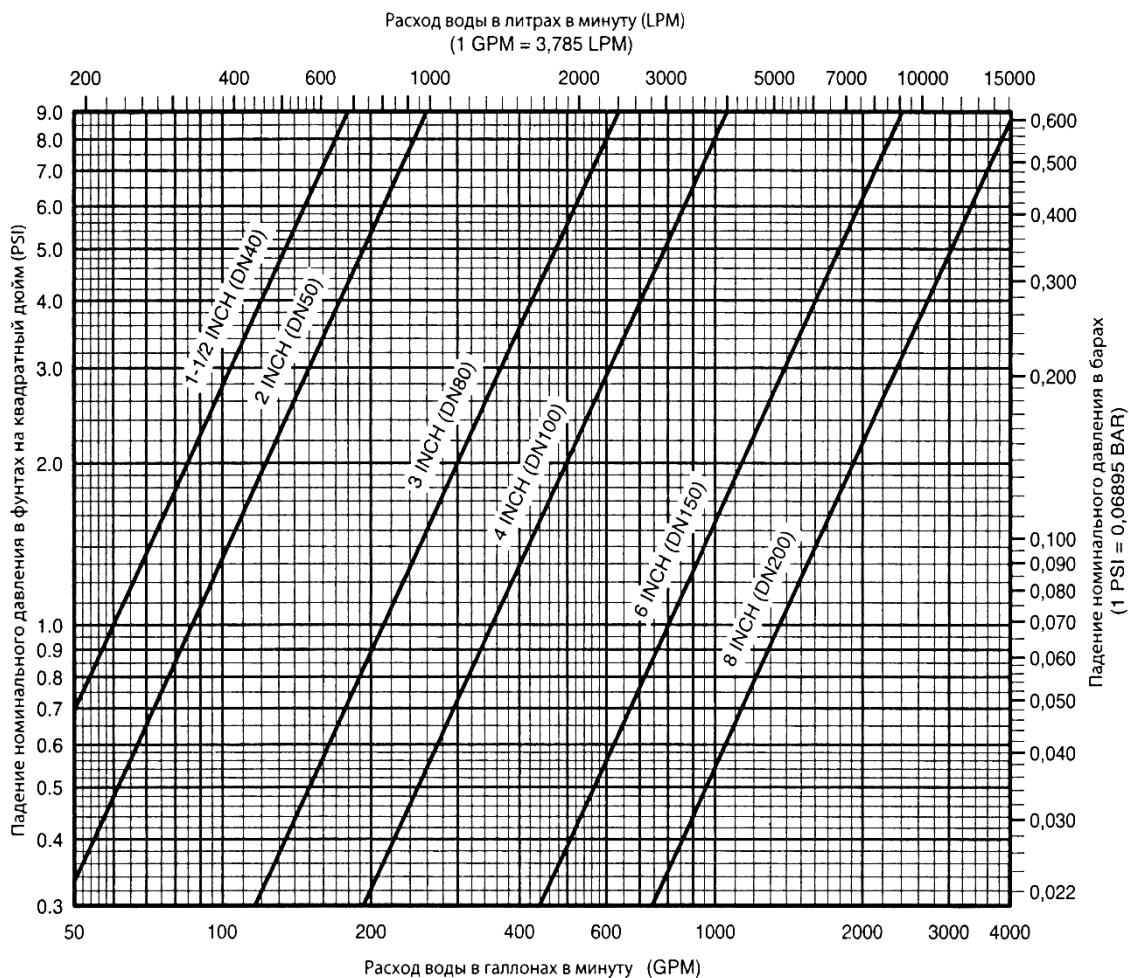


Рис.4.1.5. График зависимости номинальных потерь давления на трение от расхода воды (1бар=0.098МПа)

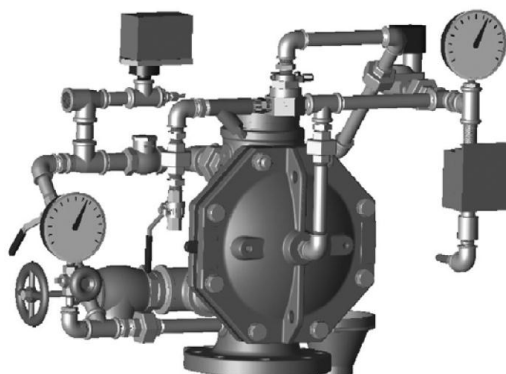


Рис.4.1.6. Внешний вид клапана DV-1 с обвязкой

Узел управления спринклерный водозаполненный с клапаном тип «Баге плюс»-УУ-С65(80,100,150)/1,6В-ВФ.О4«Прямоточный-65(80,100,150)» с условным проходом 65, 80, 100 и 150 мм (далее УУ), предназначен для комплектации установок пожаротушения, осуществляет подачу огнетушащей жидкости в стационарных автоматических установках, выдает управляющий импульс о срабатывании УУ.

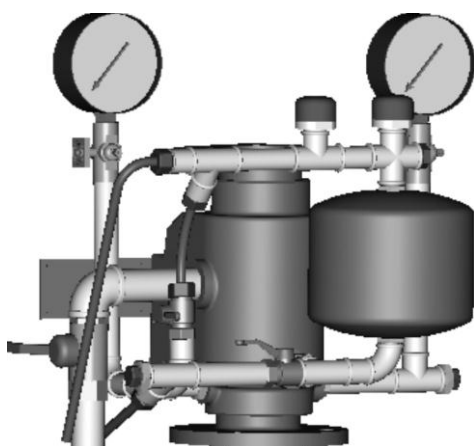


Рис.4.1.7. Внешний вид узла управления спринклерного водозаполненного.

УУ применяется в водозаполненных системах автоматического водяного пожаротушения, предназначен для защиты помещений при минимальной температуре воздуха плюс 4°C и выше УУ представляет конструкцию, состоящую из клапана тип «Баге плюс», фитингов, кранов, манометров, сигнализаторов давления универсальных (СДУ), патрубков.

Таблица 4.1.1. Техническая характеристика узла управления спринклерного водозаполненного

Наименование параметра	Параметры для варианта							
	без камеры задержки				с камерой задержки			
	Ду 65	Ду 80	Ду 100	Ду 150	Ду 65	Ду 80	Ду 100	Ду 150
Коэффициент гидравлических потерь, ξ , не более	0,007 6	0,00 6	0,002 2	0,000 5	0,007 6	0,00 6	0,002 2	0,000 5
масса, кг	35,8	38,1	45,7	80,9	35,8	38,1	45,7	80,9
Рабочее давление (Р _р), МПа	минимально	0,14						
	максимально	1,6						
Время срабатывания, с	2				11 ± 2,2			
Диапазон срабатывания, с	-				8,8-13,2			
Среднее время восстановления работоспособности, час, не более	0,5							
Средний срок службы до капит. ремонта, не менее	3							
Срок службы, лет	10							

Узел управления спринклерной воздушной системы с клапаном мембранным универсальным КСД типа КМУ с условным проходом 100 или 150 мм УУ-С100(150)/1,2Вз-ВФ.04, УУ-С100(150)/1,2Вз-ВФ.04-01 предназначен для размещения в установках водяного и пенного пожаротушения, контроля состояния и проверки работоспособности указанных установок в процессе эксплуатации, а также для пуска огнетушащего вещества, выдачи сигнала для формирования командного импульса на управление элементами пожарной автоматики (насосами, системой оповещения, отключением вентиляторов и технологического оборудования и др.).

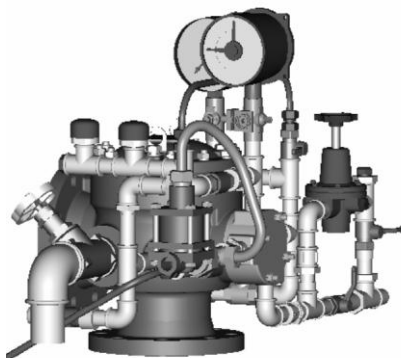


Рис.4.1.8. Внешний вид узла управления спринклерного воздушного

Таблица 4.1.2. Техническая характеристика узла управления спринклерного воздушного

Наименование параметра		Норма для исп.00		Норма для исп.01	
		Ду 100	Ду 150	Ду 100	Ду 150
Рабочие гидравлическое давление (P_p), МПа	минимальное	0,14			
	максимальное	1,2			
Рабочие пневматическое давление (P_p), МПа	минимальное	0,60			
	максимальное	2,0			
Давление срабатывания побудительной камеры клапана ($P_c=0,5P_p$), МПа не более	при минимальном P_p	0,028			
	при максимальном P_p	0,024			
Давление запираания побудительной камеры клапана ($P_з=P_c+0,5P_p$), МПа не более	при минимальном P_p	0,20			
	при минимальном P_p	0,30			

Время срабатывания, с, не более	2,0		0,6*	
Коэффициент потерь напора, ξ , не более	0,005**	0,001	0,005	0,001
Средний срок службы УУ до кап. ремонта	5 лет			
Среднее время восстановления работоспособности, ч, не более	0,5			

Узел управления дренажный с электроприводом с клапаном мембранным универсальным КСД типа КМУ с условным проходом 100 или 150 мм УУ-Д100(150)/1,2(Э24)-ВФ.О4 предназначен для размещения в установках водяного и пенного пожаротушения, контроля состояния и проверки работоспособности указанных установок в процессе эксплуатации, а также для пуска огнетушащего вещества, выдачи сигнала для формирования командного импульса на управление элементами пожарной автоматики (насосами, системой оповещения, отключением вентиляторов и технологического оборудования и др.).

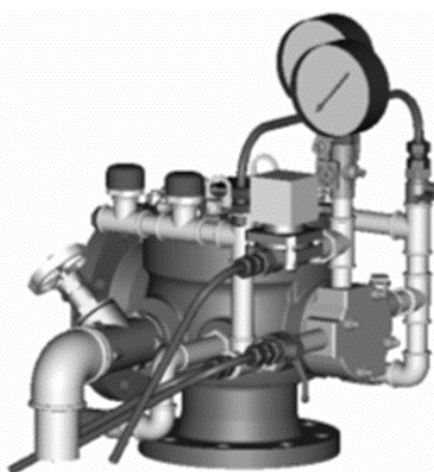


Рис.4.1.9. Внешний вид узла управления дренажного с электроприводом

Таблица 4.1.3. Технические характеристики узла управления дренажного с электроприводом

Наименование параметра		Значение для условного прохода	
		Ду 100	Ду 150
Рабочее давление (P_p), МПа	минимальное	0,14	
	максимальное	1,20	
Давление срабатывания побудительной камеры клапана ($P_c=0,5P_p$), МПа	при минимальном P_p	0,07	0,07
	при максимальном P_p	0,6	0,6
Напряжение питания привода, В		24(220)*	
Время срабатывания, с, не более		0,4**	
Коэффициент потерь напора ξ , не более		0,005	0,001

Средний срок службы УУ до капитального ремонта	5 лет	
Назначенный срок службы, лет	10	
Масса, кг, не более	53	102

Приложение 4.2.

Таблица 4.2.1. Значение коэффициентов потерь напора для трубопроводной арматуры и фасонных деталей

Вид местного сопротивления	Диаметр мм.	Значение коэффициентов потерь напора
Задвижка	65	0,0081
	80	0,0059
	100	0,0026
	125	0,0036
	150	0,00074
Клапан обратный	65	0,009
	80	0,0062
	100	0,0032
	125	0,0014
	150	0,00064
Отвод	65	0,0042
	80	0,0029
	100	0,0018
	125	0,0012
	150	0,00082
Переход	80/65	0,0054
	100/80	0,0032
	125/100	0,0026
	150/125	0,0015

Приложение 4.3. Насосы консольные моноблочные

Насосы NB (Grundfos) – консольные моноблочные одноступенчатые горизонтальные центробежные насосы, с осевым всасывающим патрубком и радиальным напорным патрубком.



Рис.4.3.1. Внешний вид насоса NB (Grundfos)

Таблица 4.3.1. Типы, технические характеристики

Тип продукта	Мощность двигателя P2, кВт	Трубное присоединение, входной фланец	Трубное присоединение, выходной фланец
NB 32-125.1	2,2	DN50	DN32
NB 32-160.1	4	DN50	DN32
NB 32-200.1	7,5	DN50	DN32
NB 32-160	5,5	DN50	DN32
NB 32-200	11	DN50	DN32
NB 32-250	15	DN50	DN32
NB 40-125	5,5	DN65	DN40
NB 40-160	11	DN65	DN40
NB 40-315	45	DN65	DN40
NB 50-125	7.5	DN80	DN50
NB 50-160	15	DN80	DN50
NB 50-250	37	DN80	DN50
NB 65-125	11	DN100	DN65
NB 65-250	75	DN100	DN65
NB 80-160	30	DN125	DN80
NB 80-250	90	DN125	DN80
NB 100-250	132	DN125	DN100
NB 125-200	110	DN150	DN125
NB 125-250	200	DN150	DN125
NB 150-200	110	DN200	DN150
NB 150-250	200	DN200	DN150

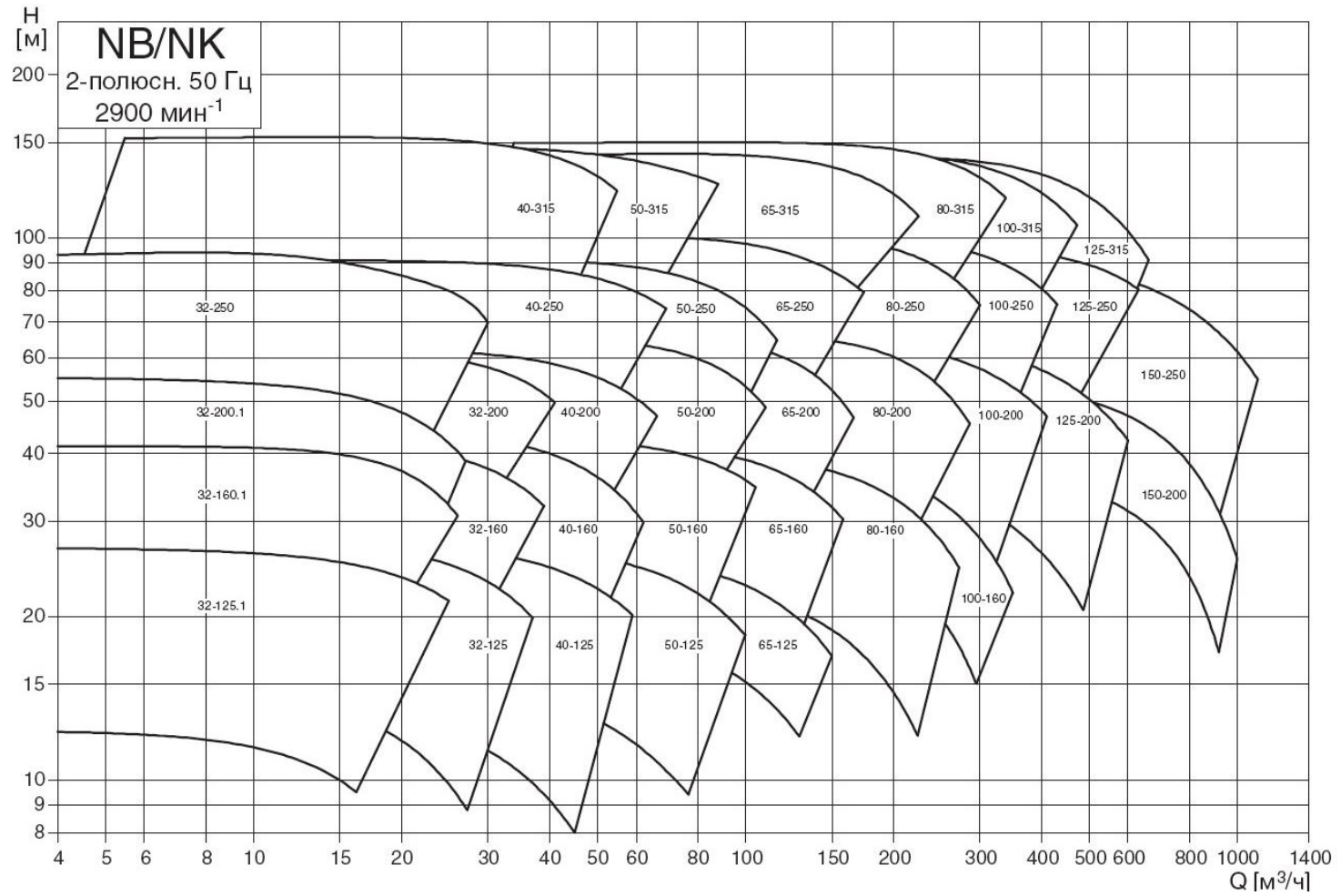


Рис.4.3.3. Насосы КМ – консольные моноблочные одноступенчатые горизонтальные центробежные насосы

Таблица 4.3.2. Технические характеристики насосов марки КМ

Марка насоса	Подача насоса, Q (min, max), м ³ /ч	Напор насоса, Н (max, min), м	Δh, м, доп.	Частота вращения, об/мин.	Мощность насоса, Nн, кВт	Мощность двигателя, Nэд., кВт	Масса агрегата, кг	Габаритные размеры, LxВxН, мм
КМ 40-25-160/2-5	6,3 (4-9)	32 (33-29)	3,5	2900	1,7	2,2	40	448x320x320
КМ 40-25-160б/2-5	6,3 (4-8)	20 (21-19)	3,5	2900	0,98	1,5	35	428x320x320
КМ 40-32-180/2-5	10 (8-12)	45 (48-42)	4	2900	2,7	3	53	467x290x345
КМ 40-32-180а/2-5	6 (4-7)	40 (40-38)	4	2900	2,1	2,2	36	486x290x345
КМ 40-32-200/4-5	6,3 (5-8)	12 (15-11)	2,8	1450	0,54	1,1	36	455x230x392
КМп 50-32-125/4-5	6,25 (5-8)	5 (5,3-4)	8	1500	0,19	0,29	40	511x238x210
КМ 50-32-125/2-5	12,5 (7-15)	20 (21-18)	2,5	2900	1,2	2,2	38	488x210x373
КМ 50-32-125а/2-5	12,5 (7-14)	16 (18-15)	3,5	2900	1	1,5	36	463x210x373
КМ 50-32-200/2-5	12,5 (8-16)	50 (53-43)	3,3	2900	3,78	5,5	60	515x320x360
КМ 50-32-200а/2-5	12,5 (7-14)	32 (38-28)	3,3	2900	2,42	3	51	485x320x360
ЦМНШ-80-5	18 (10-28)	8 (10-8)	8	1450	0,9	1,5	38	440x210x310
КМ 65-50-125/2-5	25 (15-28)	20 (22-16)	3,0	2900	1,9	2,2	42	490x270x370
КМ 65-50-125а/2-5	25 (15-27)	15 (18-13)	3,8	2900	1,55	2,2	42	490x270x370
КМ 65-50-125б/2-5	25 (14-26)	12,5 (15-10)	3,8	2900	1,35	2,2	42	490x270x370

Продолжение *таблицы 4.3.2*

Марка насоса	Подача насоса, Q (min, max), м ³ /ч	Напор насоса, Н (max, min), м	Δh, м, доп.	Частота вращения, об/мин.	Мощность насоса, Nн, кВт	Мощность двигателя, Nэд., кВт	Масса агрегата, кг	Габаритные размеры, LxВxН, мм
КМ 80-65-160/2-5	50 (30-60)	32 (35-28)	4	2900	6,05	7,5	82	603x334 x362
КМ 80-65-160a/2-5	50(27-57)	26 (31-25)	4	2900	4,9	7,5	82	603x304 x362
КМ 80-65-160б/2-5	50(25-55)	20 (25-17)	4	2900	4,1	5,5	82	595x304 x362
КМ 80-50-200/2-5	50 (40-70)	50 (51-42)	3	2900	10,5	15	194	755x384 x455
КМ 80-50-200a/2-5	50 (38-70)	40 (45-31)	3,5	2900	7,7	11	130	660x346 x402
КМ 80-50-200б/2-5	50 (35-70)	30 (35-25)	3,5	2900	5,2	11	130	660x346 x402
КМ 125-80-200/4-5	80 (60-105)	12,5 (13-11)	3	1450	3,96	5,5	110	648x324 x447
КМ 125-80-200a/4-5	80 (55-100)	7 (10-6)	3,5	1450	2,2	4	100	570x294 x420
КМ 100-80-160/2-5	100 (60-115)	32 (36-30)	5,2	2900	11,6	15	182	740x384 x455
КМ 100-80-160a/2-5	100 (55-110)	21 (25-20)	5,2	2900	9,03	11	140	645x346 x402
КМ 100-80-160б/2-5	100 (50-110)	18 (23-17)	5,2	2900	7,4	7,5	110	590x320 x382
КМ 100-65-200/4-5	50 (35-65)	12,5 (13-12)	5	1450	2,84	4	80	558x230 x437

Продолжение *таблицы 4.3.2*


















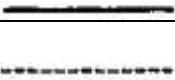
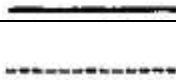


Марка насоса	Подача насоса, Q (min, max), м ³ /ч	Напор насоса, Н (max, min), м	Δh, м, доп.	Частота вращения, об/мин.	Мощность насоса, Nн, кВт	Мощность двигателя, Nэд., кВт	Масса агрегата, кг	Габаритные размеры, LxВxН, мм
КМ 100-65-200а/4-5	42 (30-55)	7,7 (9-7,5)	6,5	1450	1,5	2,2	64	518x230x437
КМ 100-65-200д/4-5	50 (40-65)	14 (15-13)	5	1450	3,2	4	80	558x230x437
КМ 160/20-5	160 (130-190)	20 (23-17)	3,5	1450	11,2	15	290	806x340x545
КМ 125-100-160/2-5	160 (120-180)	30 (33-28)	4,2	2900	18,5	22	220	800x420x510
К 150-125-315/4-5	200 (100-250)	32 (38-28)	4	1450	24,5	30	460	1400x640x785
К 150-125-315б/4-5	200 (110-230)	20 (25-18)	4	1450	15,1	18,5	400	1400x640x785
К 200-150-250/4-5	315 (150-350)	20 (28-18)	4,5	1450	19	30	490	1620x600x800
К 200-150-315/4-5	315 (150-350)	32 (41-36)	4,2	1450	31	45	650	1890x600x851
К 200-150-315б/4-5	315 (150-350)	20 (25-18)	4,2	1450	22	30	638	1700x600x851
К 65-40-250-П	25 (10-40)	80 (82-60)	4,5	2900	10,9	15	232	1240x590x608
К 65-40-250а-П	25 (10-40)	65 (66-35)	4,5	2900	8,8	11	178	1240x590x588

Приложение 4.4.

Таблица 4.4.1. Системы автоматические пожаротушения. Обозначения условные графические элементов связи на схемах и планах

Наименование	Изображение на схемах	Изображение на планах
Ороситель водяной спринклерный, устанавливаемый вертикально; поток ОТВ из корпуса направлен вверх		
Ороситель водяной спринклерный, устанавливаемый вертикально; поток ОТВ из корпуса направлен вниз		
Ороситель водяной спринклерный, устанавливаемый горизонтально; поток ОТВ из корпуса направлен вдоль направляющей лопатки (розетки)		
Ороситель водяной дренчерный, устанавливаемый вертикально; поток ОТВ из корпуса направлен вверх		
Ороситель водяной дренчерный, устанавливаемый вертикально; поток ОТВ из корпуса направлен вниз		
Ороситель водяной дренчерный с направляющей лопаткой		
Ороситель пенный спринклерный розеточный		
Ороситель пенный дренчерный розеточный		
Ороситель водяной спринклерный, устанавливаемый вертикально лопаткой (розеткой) вниз; разбрызгивание одностороннее вдоль горизонтальной направляющей лопатки (розетки)		
Ороситель водяной спринклерный, устанавливаемый вертикально лопаткой (розеткой) вверх; разбрызгивание одностороннее вдоль горизонтальной направляющей лопатки (розетки)		

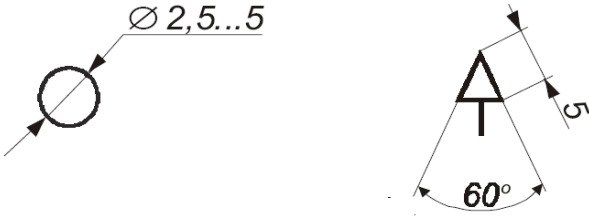
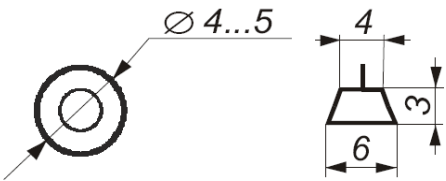
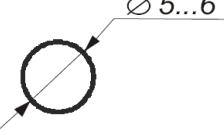
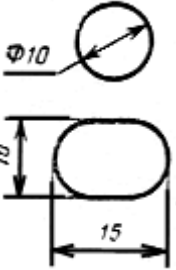
Приложение *таблицы 4.4.1.*

Наименование	Изображение на схемах	Изображение на планах
Ороситель водяной дренчерный, устанавливаемый вертикально лопаткой (розеткой) вниз; разбрызгивание одностороннее вдоль горизонтальной направляющей лопатки (розетки)		
Ороситель водяной дренчерный, устанавливаемый вертикально лопаткой (розеткой) вверх; разбрызгивание одностороннее вдоль горизонтальной направляющей лопатки (розетки)		
Узел управления водозаполненной спринклерной АУП		
Узел управления дренчерной АУП		
Узел управления воздушный спринклерной АУП		
Сигнализатор давления универсальный		
Компрессор		
Насос нерегулируемый: - с нереверсивным потоком		
Задвижка с электроприводом (вентиль с электромагнитным вентилем)		
Трубопровод: - линии всасывания, напора, слива - линии управления, дренажа, выпуска воздуха, отвода конденсата		
Соединение трубопроводов		

Приложение *таблицы 4.4.1.*

Наименование	Изображение на схемах	Изображение на планах
Пересечение трубопроводов без соединения		
Место присоединения (для отбора энергии или измерительного прибора): - несоединенное (закрыто) - соединенное		
Трубопровод с вертикальным стояком		
Соединение трубопроводов разъемное: - общее обозначение - фланцевое - штуцерное резьбовое - муфтовое резьбовое - муфтовое эластичное		
Конец трубопровода с заглушкой (пробкой): - общее обозначение - фланцевый - резьбовой		
Вентиль (клапан) запорный:		
- проходной		
- угловой		
- трехходовой		
Клапан обратный (клапан невозвратный): - проходной - угловой		
Задвижка		
Кран: - проходной - угловой		
Электроконтактный манометр установленный по месту		
Сигнализатор давления установленный по месту		
Показывающий манометр установленный по месту		

Таблица 4.4.2. Рекомендуемые размеры основных условно графических обозначений установок пожаротушения

Наименование	Обозначение
Ороситель водяной	
Ороситель пенный	
Клапан	
Прибор: а) основное обозначение б) допускаемое обозначение	

Приложение 4.5.

Исходные данные для расчета установок газового пожаротушения

Централизованные установки, кроме расчетного количества ГОТВ, должны иметь его 100 % резерв.

Допускается совместное хранение расчетного количества и резерва ГОТВ в изотермическом резервуаре при условии оборудования последнего запорно-пусковым устройством с реверсивным приводом и техническими средствами его управления.

Модульные установки, кроме расчетного количества ГОТВ, должны иметь его 100 % запас.

При наличии на объекте нескольких модульных установок запас предусматривается в объеме, достаточном для восстановления работоспособности установки, сработавшей в любом из защищаемых помещений объекта.

Запас следует хранить в модулях, аналогичных модулям установок. Модули с запасом должны быть подготовлены к монтажу в установки.

Модули с запасом должны храниться на складе объекта или организации, осуществляющей сервисное обслуживание установок пожаротушения.

Установка должна обеспечивать подачу не менее 95 % массы газового огнетушащего вещества, требуемой для создания нормативной огнетушащей концентрации в защищаемом помещении, за временной интервал, не превышающий:

10 с для модульных установок, в которых в качестве ГОТВ применяются сжиженные газы (кроме двуокиси углерода);

15 с для централизованных установок, в которых в качестве ГОТВ применяются сжиженные газы (кроме двуокиси углерода);

60 с для модульных и централизованных установок, в которых в качестве ГОТВ применяются двуокись углерода или сжатые газы.

Номинальное значение временного интервала определяется при хранении сосуда с ГОТВ при температуре 20 °С.

Таблица 4.5.1. Масса ГОТВ, хранящаяся в одном 40-литровом баллоне

Наименование ГОТВ	Масса, кг
Азот N ₂	7
Аргон Ar	10
Двуокись углерода CO ₂	25
Шестифтористая сера SF ₆	40
Хладон 23	25
Хладон 125	35
Хладон 218	40
Хладон 227ea	40
Хладон 13 B1	40
Хладон 114 B2	45
Хладон 318 Ц	47
Инерген	9,64
Noves 1230 в 52 литровом баллоне	63,5 кг.

Таблица 4.5.2. Газовые огнетушащие вещества и составы

Сжиженные газы	Сжатые газы
Двуокись углерода (CO ₂)	Азот (N ₂)
Хладон 23 (CF ₃ H)	Аргон (Ar)
Хладон 125 (C ₂ F ₅ H)	Инерген:
Хладон 218 (C ₃ F ₈)	азот - 52 % (об.)
Хладон 227ea (C ₃ F ₇ H)	аргон - 40 % (об.)
Хладон 318Ц (C ₄ F ₈ H)	двуокись углерода - 8 % (об.)
Шестифтористая сера (SF ₆)	

Таблица 4.5.3. Поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения защищаемого объекта относительно уровня моря

Высота, м	Поправочный коэффициент K_3
0,0	1,00
300	0,96
600	0,93
900	0,89
1200	0,86
1500	0,82
1800	0,78
2100	0,75

Таблица 4.5.4. Нормативная объемная огнетушащая концентрация газообразного азота (N₂)
Плотность газа при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 1,17 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 2582383	34,6
Этанол		36,0
Бензин А-76		33,8
Масло машинное		27,8

Таблица 4.5.5. Нормативная объемная огнетушащая концентрация газообразного аргона (Ar)
Плотность газа при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 1,66 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 2582383	39,0
Этанол		46,8
Бензин А-76		44,3
Масло машинное		36,1

Таблица 4.5.6. Нормативная объемная огнетушащая концентрация двуокиси углерода (CO₂)

Плотность паров при P = 101,3 кПа и T = 20 °C составляет 1,88 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 25823-83	34,9
Спирт этиловый	ГОСТ 18300-87	35,7
Ацетон технический	ГОСТ 2768-84	33,7
Толуол	ГОСТ 5789-78	30,9
Спирт изобутиловый	ГОСТ 6016-77	33,2
Керосин осветительный КО-25	ТУ 38401-58-10-90	32,6
Растворитель 646	ГОСТ 18188-72	32,1

Таблица 4.5.7. Нормативная объемная огнетушащая концентрация шестифтористой серы (SF₆)

Плотность паров при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 6,474 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 25823-83	10,0
Этанол	ГОСТ 18300-72	14,4
Ацетон		10,8
Трансформаторное масло		7,2

Таблица 4.5.8. Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 23 (CF₃H)

Плотность паров при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 2,93 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 25823-83	14,6

Таблица 4.5.9. Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 125 (C₂F₅H)

Плотность паров при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 5,208 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 25823-83	9,8
Этанол	ГОСТ 18300-72	11,7
Вакуумное масло		9,5

Таблица 4.5.10. Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 218 (C₃F₈)

Плотность паров при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 7,85 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 25823-83	7,2
Толуол		5,4
Бензин А-76		6,7
Растворитель 647		6,1

Таблица 4.5.11. Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 227ea (C₃F₇H)

Плотность паров при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 7,28 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 25823-83	7,2
Толуол		6,0
Бензин А-76		7,3
Растворитель 647		7,3

Таблица 4.5.12. Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 318 Ц (C₄F₈Ц)

Плотность паров при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 8,438 кг/м³

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 2582383	7,8
Этанол	ГОСТ 1830072	7,8
Ацетон		7,2
Керосин		7,2
Толуол		5,5

Таблица 4.5.13. Нормативная объемная огнетушащая концентрация газового состава «Инерген»

**(азот (N₂) - 52 % (об.); аргон (Ar) - 40 % (об.); двуокись углерода (CO₂) - 8 % (об.)).
Плотность паров при P=101,3 кПа и T=20 °C составляет 1,42 кг/м³**

Наименование горючего материала	ГОСТ, ТУ, ОСТ	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, % (об.)
Н-гептан	ГОСТ 2582383	36,5
Этанол	ГОСТ 1830072	36,0
Масло машинное		28,3
Ацетон технический	ГОСТ 2768-84	37,2

Таблица 4.5.14. Нормативная объемная огнетушащая концентрация Noves 1230
Плотность паров при 101,3 кПа и T=20 C составляет 13,6 кг/м³

Название стандарта Н-гептан	Процентная минимальная огнетушащая концентрация Noves 1230 для тушения пожаров, (%)		
	класса А подкласса А2	класса А подкласса А1	класса В включительно
ISO 14520	5,3	5,6	5,9

Для жидких горючих веществ, не приведенных в данном приложении, нормативная объемная огнетушащая концентрация ГОТВ, все компоненты которых при нормальных условиях находятся в газовой фазе, может быть определена как произведение минимальной объемной огнетушащей концентрации на коэффициент безопасности, равный 1,2 для всех ГОТВ, за исключением двуокиси углерода. Для CO₂ коэффициент безопасности равен 1,7.

Для ГОТВ, находящихся при нормальных условиях в жидкой фазе, а также смесей ГОТВ, хотя бы один из компонентов которых при нормальных условиях находится в жидкой фазе, нормативную огнетушащую концентрацию определяют умножением объемной огнетушащей концентрации на коэффициент безопасности 1,2.

Приложение 4.6.

Исходные данные для расчета установок порошкового пожаротушения

Таблица 4.6.1. Коэффициенты сравнительной эффективности огнетушащих порошков кЗ при тушении различных веществ

№ п/п	Горючее вещество	Порошки для тушения пожаров класса А, В, С	Порошки для тушения пожаров класса В, С
1.	Бензин АИ-92 (второго класса)	1,0	0,9
2.	Дизельное топливо	0,9	0,8
3.	Трансформаторное масло	0,8	0,8
4.	Бензол	1,1	1,1
5.	Изопропанол	1,2	1,1
6.	Древесина	1,0 (2,0)	—
7.	Резина	1,0 (1,5)	—

Таблица 4.6.2. Технические характеристики модулей порошкового пожаротушения

Фирма-производитель Торговая марка модуля	Объем модуля,	Источник давления (тип устройства)	Масса ОП, кг	Время действия модуля, с	Огнетушащая способность модуля			Количество распылителей, шт.	Длина трубопровода, м
					Защищаемая площадь, м	Защищаемый объем, м	Макс, ранг очага В		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Техномаш, г. Пермь: ОПАН-50 ОПАН-100	50 100	Газогенерирующее	35 70		25 50	80 160		3-4 6-8	До 15 До 20
Кубаньгазпром: МП Ш-50 МП Ш-100(50x2)	50 100	Закачного типа	35 75	До 15 До 15	15 40	35 100	55-В 55-В	2 4	До 7 До 15
ООО «НТО Пламя» г. Реутов: МПП-5 «Шквала» МПП-6 «Смерча»		Газогенерирующее		3 1	10 18-В/32-А*	18-В/32-А	21-В 55-В		
ООО «СПБ» г. Москва: Мипульс-6 Импульс-6-1	6 6	Тоже Тоже	5,5 5,5	2-3 2-3	15 7		233-В 233-В	-	При высоте размещения 3-6 м

Продолжение таблицы 4.6.2

Фирма-производитель Торговая марка модуля	Объем модуля,	Источник давления (тип устройства)	Масса ОП, кг	Время действия модуля, с	Огнетушащая способность модуля			Количество распылителей, шт.	Длина трубо- провода, м
					Защи- щаемая площадь, м	Защищае- мый объем, м	Макс, ранг очага В		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Веер-1	4	Тоже	3,0	3-4	8-В	16-В	55-В	-	
Веер-2	5 4	Тоже	4,5 3,5	3-4 3-4	25-А/12- В	8-А	55-В 8-В	-	
Веер-3		Тоже			5-А				
Веер-4	15	Тоже	13	3-4	50-А	90-А	-	-	
НИК «Сибирский проект» г. Новоси- бирск: МШ1 «Ураган-1»	6	Газогене- рирующее	6	3-4	30-А/17- В	30-А, В			
БиКат-3	3		3	3-4	15-А/7-В		89-В		
БиКат-5	5		5		25-А	43-А/15-В	233-В		
БиКат-10	10		10		50-А	80-А/20-В	233-В		
ЗАО «Источник» г. Бийск		Тоже							
М1Ш «Мангуст-2» МИЛ «Мангуст-4»	2 4		1, 8 4,0	2,0 1,0	25-А/12- В 40-	38-А/8-В 100-А			

Продолжение таблицы 4.6.2

Фирма-производитель. Торговая марка модуля	Объем модуля,	Источник давления (тип устройства)	Масса ОП, кг	Время действия модуля, с	Огнетушащая способность модуля			Количество распылителей, шт.	Длина трубо- провода, м
					Защи- щаемая площадь, м	Защищае- мый объем, м	Макс, ранг очага В		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
М1Ш «Мангуст-6» МИН «Мангуст- 24»	6 24		6,0 20	1,0 1,0	A/16-B 50- A/25- B 75- A/58-B	150-A/33- B 250-A/40- B			
ООО «ЭПОТОС- ИНТЕФ» г. С.-Петербург: Буран-15 Буран-50	15	Тоже	12	10	12	30	-		
	50		40	25	36	90			
ООО «Каланча» г. Сергиев Посад: МШ(Н)-8 BiZone	8	Баллон(5 л) со сжиженным газом CO2	7,6	<15	17	90-A/60-B при - 50...+50°C	34-B	1	12
АО «Этернис» г. Москва: Гарант-5А Гарант-12А	5	Газогене- рирующее	4,8	1	Н=2,5м 25-A/12- В	Н = 2,5м 45-A/22-B Н = 6,0м			
	12		10,8	1	Н = 6,0м 40-A/25- В	103-A/50- В			

Продолжение таблицы 4.6.2

Фирма-производитель Торговая марка модуля	Объем модуля,	Источник давления (тип устройства)	Масса ОП, кг	Время действия модуля, с	Огнетушащая способность модуля			Количество распылителей, шт.	Длина трубопровода, м
					Защищаемая площадь, м	Защищаемый объем, м	Макс, ранг очага В		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
ООО «НОРД» г. Пермь: ПИОН	0,5	Тоже	0,5	0,5	1,5 локальная площадь для очагов В	2,8	5-В		
ЗАО «Спецэнергомеханика» г. Москва: Вулкан-1	1,4	Тоже	1,49	0,1	5,2	9	21-В		
ООО «ГК ЭПОТОС» г. Москва: ОСП	0,7	Тоже	0,7	0,1		5,0			

Приложение 4.7.

Таблица 4.7.1. Исходные данные для расчета установок аэрозольного пожаротушения. Относительная интенсивность подачи аэрозоля в помещение

Параметр негерметичности d_1 , м ⁻¹	Относительная интенсивность подачи аэрозоля в помещение U^* , с ⁻¹ , при параметре распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения y , %											
	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,000	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050
0,001	0,0056	0,0061	0,0073	0,0098	0,0123	0,0149	0,0173	0,0177	0,0177	0,0148	0,0114	0,0091
0,002	0,0063	0,0073	0,0096	0,0146	0,0195	0,0244	0,0291	0,0299	0,0299	0,0244	0,0176	0,0132
0,003	0,0069	0,0084	0,0119	0,0193	0,0265	0,0337	0,0406	0,0416	0,0416	0,0336	0,0237	0,0172
0,004	0,0076	0,0095	0,0142	0,0240	0,0334	0,0428	0,0516	0,0530	0,0530	0,0426	0,0297	0,0211
0,005	0,0082	0,0106	0,0164	0,0286	0,0402	0,0516	0,0623	0,0639	0,0639	0,0513	0,0355	0,0250
0,006	0,0089	0,0117	0,0187	0,0331	0,0468	0,0602	0,0726	0,0745	0,0745	0,0597	0,0413	0,0288
0,007	0,0095	0,0128	0,0209	0,0376	0,0532	0,0685	0,0826	0,0847	0,0847	0,0679	0,0469	0,0326
0,008	0,0101	0,0139	0,0231	0,0420	0,0596	0,0767	0,0923	0,0946	0,0946	0,0759	0,0523	0,0362
0,009	0,0108	0,0150	0,0254	0,0463	0,0658	0,0846	0,1016	0,1042	0,1042	0,0837	0,0577	0,0399
0,010	0,0114	0,0161	0,0275	0,0506	0,0719	0,0923	0,1107	0,1135	0,1135	0,0912	0,0630	0,0434
0,011	0,0120	0,0172	0,0297	0,0549	0,0779	0,0999	0,1195	0,1224	0,1224	0,0985	0,0681	0,0470
0,012	0,0127	0,0183	0,0319	0,0591	0,0838	0,1072	0,1281	0,1311	0,1311	0,1057	0,0732	0,0504
0,013	0,0133	0,0194	0,0340	0,0632	0,0896	0,1144	0,1363	0,1396	0,1396	0,1126	0,0781	0,0538
0,014	0,0139	0,0205	0,0362	0,0673	0,0952	0,1214	0,1444	0,1477	0,1477	0,1194	0,0830	0,0572
0,015	0,0146	0,0216	0,0383	0,0713	0,1008	0,1282	0,1522	0,1557	0,1557	0,1260	0,0878	0,0605
0,016	0,0152	0,0227	0,0404	0,0753	0,1062	0,1349	0,1598	0,1634	0,1634	0,1324	0,0924	0,0638
0,017	0,0158	0,0237	0,0425	0,0792	0,1116	0,1414	0,1672	0,1709	0,1709	0,1386	0,0970	0,0670
0,018	0,0165	0,0248	0,0446	0,0831	0,1169	0,1477	0,1744	0,1781	0,1781	0,1448	0,1015	0,0702
0,019	0,0171	0,0259	0,0467	0,0870	0,1220	0,1540	0,1814	0,1852	0,1852	0,1507	0,1059	0,0733
0,020	0,0177	0,0269	0,0487	0,0908	0,1271	0,1600	0,1882	0,1921	0,1921	0,1565	0,1103	0,0764
0,021	0,0183	0,0280	0,0508	0,0945	0,1321	0,1660	0,1948	0,1988	0,1988	0,1622	0,1145	0,0794

Продолжение таблицы 4.7.1.

Параметр негерметичности $d, м^{-1}$	Относительная интенсивность подачи аэрозоля в помещение $U^*, с^{-1}$, при параметре распределения негерметичности высоте защищаемого помещения $y, \%$											
	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,022	0,0190	0,0291	0,0528	0,0982	0,1370	0,1718	0,2012	0,2053	0,2053	0,1677	0,1187	0,0824
0,023	0,0196	0,0301	0,0549	0,1019	0,1418	0,1775	0,2075	0,2116	0,2116	0,1731	0,1228	0,0854
0,024	0,0202	0,0312	0,0569	0,1055	0,1465	0,1830	0,2136	0,2178	0,2178	0,1784	0,1268	0,0883
0,025	0,0208	0,0322	0,0589	0,1091	0,1512	0,1885	0,2196	0,2238	0,2238	0,1836	0,1308	0,0911
0,026	0,0214	0,0333	0,0609	0,1126	0,1558	0,1938	0,2254	0,2297	0,2297	0,1886	0,1347	0,0940
0,027	0,0221	0,0343	0,0629	0,1161	0,1603	0,1990	0,2311	0,2354	0,2354	0,1935	0,1385	0,0968
0,028	0,0227	0,0354	0,0648	0,1195	0,1647	0,2041	0,2366	0,2410	0,2410	0,1984	0,1423	0,0995
0,029	0,0233	0,0364	0,0668	0,1229	0,1691	0,2092	0,2420	0,2464	0,2464	0,2031	0,1459	0,1022
0,030	0,0239	0,0375	0,0687	0,1263	0,1734	0,2141	0,2473	0,2517	0,2517	0,2077	0,1496	0,1049
0,031	0,0245	0,0385	0,0707	0,1296	0,1776	0,2189	0,2525	0,2569	0,2569	0,2122	0,1531	0,1075
0,032	0,0251	0,0395	0,0726	0,1329	0,1817	0,2236	0,2575	0,2619	0,2619	0,2166	0,1567	0,1102
0,033	0,0258	0,0406	0,0745	0,1362	0,1858	0,2282	0,2625	0,2669	0,2669	0,2210	0,1601	0,1127
0,034	0,0264	0,0416	0,0764	0,1394	0,1898	0,2327	0,2673	0,2717	0,2717	0,2252	0,1635	0,1153
0,035	0,0270	0,0426	0,0783	0,1426	0,1938	0,2372	0,2720	0,2764	0,2764	0,2294	0,1668	0,1178
0,036	0,0276	0,0436	0,0802	0,1458	0,1977	0,2415	0,2766	0,2810	0,2810	0,2334	0,1701	0,1203
0,037	0,0282	0,0446	0,0820	0,1489	0,2015	0,2458	0,2811	0,2855	0,2855	0,2374	0,1734	0,1227
0,038	0,0288	0,0457	0,0839	0,1520	0,2053	0,2500	0,2855	0,2899	0,2899	0,2413	0,1766	0,1251
0,039	0,0294	0,0467	0,0857	0,1550	0,2090	0,2541	0,2898	0,2943	0,2943	0,2451	0,1797	0,1275
0,040	0,0300	0,0477	0,0876	0,1580	0,2127	0,2582	0,2940	0,2985	0,2985	0,2489	0,1828	0,1298

Таблица 4.7.2. Технические характеристики генераторов огнетушащего аэрозоля

№ п/п	Генератор огнетушащего аэрозоля	Масса аэрозольобразующего состава, кг	Огнетушащая способность аэрозоля, кг/м ³	Защищаемый объем VЗ, М ³	Время работы, с	Температура, °С		Длина температурных зон, °С		
						горения АОС	аэрозоля (длина, см)	75	200	400
1	ОП-517 "АГАТ-2А-50" - П-2,5-050-014 (Ех-msПА330С(Т1)х)	2,5	0,05	50	30		300 (90)	-	-	-
2	ОП-517 —АГАТ-2А-100" -П-5,0-050-021	5,0	0,05	100	30		300 (90)	-	-	-
3	ОП-517 «АГАТ-2А-180» -П-9,0-050-023	9,0	0,05	180	30		300 (90)	-	-	-
4	МАГ-2	0,1	0,1	1	4,0		164(5)	<50	-	-
5	МАГ-3	0,2	0,1	2	4,0-5,0		472 (5)	-	-	-
6	МАГ-4	1,0	0,1	10	7,5		425 (5)	-	-	~10
7	ГОА-11-5,8-145-020 «ТОР-6»	5,8	0,145	38	18-25	9001000	800(10)	-	-	-
8	ГОА-11-8,7-145-020 «ТОР-9»	8,7	0,145	-	18-25			~2,1	~0,9	0,5-0,9
9	АГС-2	1,6	0,076	20	37-49		200 (50)	170	50	15
10	АГС-2/4	1,6	0,076	5	34-46		60 (50)	-	-	-
11	АГС-3	0,32	0,1	3	16-22		100(50)	-	<10	-
12	АГС-6	3,5	0,065	52	36-48		25 (50)	-	-	-
13	АГС-12/1	4,0	0,050		60					

Учебное издание

**ВОЛКОВ Александр Валентинович
СЕРГЕЕВ Евгений Владимирович
СЕМЕНОВА Ксения Васильевна**

ЭЛЕКТРОНИКА И ПОЖАРНАЯ АВТОМАТИКА

**Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей
образовательных организаций МЧС России**

Текстовое электронное издание

Подготовлено к изданию 20.10.2020 г.
Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 14,9. Уч.-изд. л. 13,9. Заказ № 105

Отделение организации научных исследований
научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33