

**ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Т.Г. ШЕВЧЕНКО**  
Естественно-географический факультет

Кафедра «Техносферная безопасность»

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ПОЖАРНАЯ  
АВТОМАТИКА**

КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ

Тирасполь, 2019

**УДК 614.84(075.8)**  
**ББК Ц923с5я73+396я73**  
**П80**

*Составитель:*

Е.Д. Жужа, канд. биол. наук, доцент.

*Рецензенты:*

В.В. Ени, докт. пед. наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность»

Е.Н. Щемененко, инспектор ГПН СВПЧ-2 по охране  
г. Бендеры УПО УпЧС МВД ПМР

**Производственная и пожарная автоматика: Курс лекций /**  
**Сост. Е.Д. Жужа. – Тирасполь, 2019. – 95 с. – 13 ил.**

Краткий курс лекций составлен в соответствии с программой курса «Производственная и пожарная автоматика» для студентов естественно-географического факультета по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по профилю «Пожарная безопасность». В курсе лекций рассмотрены разделы «Производственная автоматика», «Системы обнаружения пожара», «Автоматические установки пожаротушения», «Автоматические системы локализации и подавления взрывов».

Пособие может быть использовано преподавателями для проведения занятий, а также студентами для самостоятельного изучения дисциплины.

**УДК 614.84(075.8)**  
**ББК Ц923с5я73+396я73**  
**П80**

Рекомендовано Научно-методическим советом ПГУ им.  
Т.Г. Шевченко

© Е.Д. Жужа, составление, 2019

## ***1 Раздел. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АВТОМАТИКА***

Конкретные методы измерений определяются видом измеряемых величин, их размерами, требуемой точностью результата, быстротой процесса измерения, условиями, при которых проводятся измерения, и рядом других признаков. Каждую физическую величину можно измерить несколькими методами, которые могут отличаться друг от друга особенностями как технического, так и методического характера.

Для *прямых* измерений можно выделить несколько основных методов: метод непосредственной оценки, дифференциальный метод, нулевой метод и метод совпадений. При *косвенных* измерениях широко применяется преобразование измеряемой величины в процессе измерений.

Под принципом измерений подразумевают совокупность физических явлений, на которых основаны измерения. Например, измерение температуры с использованием термоэлектрического эффекта.

Методом измерения называют совокупность приемов и средств измерения. В современной теории измерений различают следующие основные методы, принципиально различные друг от друга.

1) *Метод непосредственной оценки* предусматривает определение искомой величины по отсчетному устройству измерительного прибора.

2) *Метод сравнения* основан на сравнении измеряемого значения величины со значением величины, воспроизводимой мерой (мера – средство измерений, предназначенное для

воспроизведения физической величины заданного размера; например, мера массы – гиря).

3) *Дифференциальный метод* заключается в таком сравнении с мерой, при котором на измерительный прибор воздействует разность между измеряемой величиной и известной величиной, воспроизводимой мерой (например, поверка мер длины сличением с эталонными мерами на компараторе – приборе, предназначенном для сравнения мер).

а) *Нулевой метод* заключается в таком сравнении с мерой, при котором результирующий эффект воздействия величин на прибор сравнения доводится до нуля (примеры: взвешивание на весах с помощью набора гирь; измерения электрического напряжения уравновешенным мостом).

б) *Метод замещения* основан на сравнении с мерой, когда измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой (например, при взвешивании на рычажных весах менять местами взвешиваемый объект с мерой).

4) *Метод совпадений* также основан на сравнении с мерой, причем, разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов (пример: измерение размеров объекта с помощью штангенциркуля с нониусом).

Измерения проводятся с помощью технических средств измерений. Основные виды средств измерений следующие:

- **мера** – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера, например, мера массы – гиря;

- **измерительный прибор** – это средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия оператором.

- **измерительный преобразователь (датчик)** – это средство измерений, предназначенное для выработки сигнала

измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию оператором.

Измерительные преобразователи в зависимости от их назначения подразделяются на первичные, промежуточные, передающие, масштабные и другие.

- *первичный измерительный преобразователь* – это преобразователь, к которому подведена измеряемая величина;

- *промежуточный измерительный преобразователь* – работающий в сочетании с первичными и не влияющий на изменение рода физической величины;

- *передающий измерительный преобразователь* предназначен для дистанционной передачи сигнала измерительной информации;

- *масштабный измерительный преобразователь* – для изменения измеряемой величины в заданное число раз.

**Измерительное устройство** – это средство измерений, состоящее из измерительных приборов и измерительных преобразователей.

В зависимости от назначения измерительные устройства подразделяются на первичные и вторичные – измерительные информационные системы – это измерительное устройство, которое осуществляет многоканальное измерение и обработку информации по некоторому заданному алгоритму.

**Измерительная установка** – совокупность объединенных технических средств измерений (измерительных приборов, мер, измерительных преобразователей) и других устройств, которая осуществляет перевод технической характеристики сигналов измерительной информации в форму, подходящую для прямого восприятия наблюдателем, и размещенная стационарно.

**Измерительная система** – совокупность технических средств измерений и вспомогательных устройств, объединенных каналами связи, которая осуществляет перевод технической характеристики сигналов измерительной информации в форму,

подходящую для автоматической обработки, передачи и использования в качестве управляющих сигналов.

Виды измерительных преобразователей:

*Первичные* – непосредственно воспринимающие измеряемую величину.

*Промежуточные*, – работающие в сочетании с первичными и не влияющие на изменение рода физической величины.

*Передающие*, – на выходе которых величина приобретает форму, удобную для регистрации или передачи на расстояние.

Комплексная автоматизация производства и измерений связана с получением данных о значении различных физических величин, характеризующих состояние объекта управления (исследования), – механических, тепловых, химических, оптических и других величин, которые принято называть *неэлектрическими*.

Существует ряд способов измерения *неэлектрических* величин, различающихся по виду энергии сигнала измерительной информации.

Электрический способ измерения наиболее широко распространен. Он имеет ряд достоинств, которые способствовали его широкому распространению, а именно: точность, удобство в эксплуатации измерительных приборов, легкость в исполнении (проектировании, производстве) измерительных приборов, хорошо изученный математический материал, компактность измерительных приборов, возможность сопряжения с вычислительной машиной.

### ***1.1. Основные приборы контроля технологических процессов: принципы работы и характеристики.***

#### ***Анализаторы взрывоопасных газов и паров***

## **Контрольно-измерительные приборы (КИП) температуры**

Для измерения температуры используют изменение какого-либо физического свойства тела, однозначно зависящего от его температуры и легко поддающегося измерению.

К числу свойств, положенных в основу работы приборов для измерения температуры, относятся: объемное расширение тел, изменение давления вещества в замкнутом объеме, возникновение термо-ЭДС, изменение электрического сопротивления проводников и полупроводников, интенсивность излучения нагретых тел и др.

В зависимости от физических свойств, на которых основано действие приборов для измерения температуры, различают:

1. *Термометры расширения*, построенные по принципу изменения объема жидкости или линейных размеров твердых тел при изменении температуры. Применяются для измерения температуры от +190 до +500 °С.

2. *Манометрические термометры*, основанные на изменении давления жидкости, газа или пара в замкнутом объеме при изменении температуры. Применяются при измерении температур от +120 до +600 °С.

3. *Термоэлектрические пирометры (термопары)*, принцип действия которых основан на возникновении ЭДС при изменении температуры одного из спаев замкнутой цепи разнородных термоэлектродов. Применяются для измерения температур от +200 до +650 °С.

4. *Термометры сопротивления*, основанные на изменении электрического сопротивления проводника или полупроводника при изменении температуры. Применяются для измерения температур от +600 до +6000 °С.

### **Контрольно-измерительные приборы (КИП) давления**

Давление определяется отношением силы, равномерно распределенной по площади и нормальной к ней, к размеру этой площади. В зависимости от измеряемой величины приборы для измерения давления делятся на:

*манометры* – для измерения средних и больших избыточных давлений;

*вакуумметры* – для измерения средних и больших разрежений;

*мановакуумметры* – для измерения средних и больших давлений и разрежений;

*напоромеры* – для измерения малых избыточных давлений;

*тягомеры* – для измерения малых разрежений;

*тягонапоромеры* – для измерения малых избыточных давлений и разрежений;

*дифманометры* – для измерения разности перепада давлений;

*барометры* – для измерения атмосферного давления.

По принципу действия различают следующие приборы для измерения давления: жидкостные, пружинные, поршневые, электрические, радиоактивные.

**Жидкостные приборы.** В этих приборах измеряемое давление или разрежение уравнивается гидростатическим давлением столба рабочей жидкости, в качестве которой используются вода, ртуть, спирт и др.

**Пружинные приборы.** Измеряемое давление или разрежение уравнивается силами упругого противодействия различных чувствительных элементов (трубчатой пружины, мембраны и т.п.), деформация которых, пропорциональная измеряемому параметру, передается посредством системы рычагов на стрелку или перо прибора.

**Поршневые манометры.** Давление определяется по значению нагрузки, действующей на поршень определенной площади, перемещаемый в заполненном маслом цилиндре; поршневые манометры имеют высокие классы точности, равные 0,02; 0,05; 0,2.

**Электрические приборы.** Действие этих приборов основано на изменении электрических свойств (сопротивление,



емкость, индуктивность и пр.) некоторых материалов при воздействии на них внешнего давления.

**Пьезоэлектрические приборы.** В этих приборах используется пьезоэлектрический эффект, заключающийся в возникновении электрических зарядов на поверхности некоторых кристаллов (кварца, сегнетовой соли, турмалина) при приложении к ним силы в определенном направлении.

**Радиоактивные приборы.** Давление определяется изменением степени ионизации или степени поглощения  $\gamma$ -лучей при изменении плотности вещества.

### **Контрольно-измерительные приборы (КИП) уровня**

Уровнемеры для жидкостей по принципу действия делятся на указательные стекла, поплавковые, гидростатические, электрические и радиоактивные.

**Указательные** или **уровнемерные стекла** представляют собой вертикально расположенную стеклянную трубку, в которой жидкость, как в сообщающихся сосудах, устанавливается на той же высоте, что и в аппарате. Указательные стекла применяются для местного измерения уровня в аппаратах.

**Поплавковые уровнемеры.** В них чувствительным элементом является поплавок с меньшим (плавающий) или большим (погружной) удельным весом, чем жидкость. Изменение уровня жидкости в аппарате вызывает перемещение поплавка, которое при помощи системы рычагов, тяг и тросов передается указателю, движущемуся по шкале, или вторичному прибору для отсчета и записи.

**Гидростатические уровнемеры** служат для измерения гидростатического давления столба жидкости, уровень которой определяется. Различают гидростатические пьезометрические и дифманометрические уровнемеры. Действие *гидростатических пьезометрических уровнемеров* основано на использовании давления воздуха или газа, барботирующего через слой жидкости с измеряемым уровнем при изменении последнего

(барботация – процесс пропускания газа или пара через слой жидкости).

Действие *гидростатических дифманометрических уровнемеров* основано на определении уровня по давлению столба измеряемой жидкости, которое уравнивается давлением постоянного столба жидкости.

**Электрические уровнемеры.** Наиболее широко распространены уровнемеры емкостные и омические.

В электрических *емкостных уровнемерах* чувствительным элементом является конденсатор, обкладки которого располагаются с противоположных сторон вертикальной трубки из диэлектрика, соединенной с аппаратом подобно сообщающимся сосудам. Если одной обкладкой конденсатора является электрод, то другой – стенка аппарата. При изменении уровня жидкости емкость конденсатора, включенного в одно из плеч моста переменного тока, изменяется, и на вход вторичного прибора подается сигнал, пропорциональный величине измеряемого уровня.

Действие *омических уровнемеров*, применяемых для определения уровня электропроводных жидкостей, основано на измерении сопротивления между электродами соответствующей формы, введенными в жидкость. Тогда сопротивление слоя жидкости между электродом и корпусом или между двумя электродами зависит от высоты уровня жидкости в аппарате.

**Радиоактивные уровнемеры.** Измерение уровня жидкости основано на изменении интенсивности поглощения  $\gamma$ -частиц при изменении уровня жидкости.

### **Контрольно-измерительные приборы (КИП) расхода**

*Объемным расходом  $Q$*  называют объемное количество вещества  $V$ , которое протекает через поперечное сечение трубопровода в единицу времени  $\tau$ ,

$$Q = \frac{V}{\tau}, (m^3 / c).$$

*Весовым (массовым) расходом  $G$*  называется количество вещества  $V\rho$ , протекающего через сечение трубопровода в единицу времени  $\tau$ ,

$$G = \frac{V\rho}{\tau}, (\text{кг} / \text{с}).$$

Объемный расход можно выразить через весовой расход:

$$Q = \frac{G}{\rho}, (\text{м}^3 / \text{с})$$

где  $\rho$  – плотность вещества,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Приборы, предназначенные для измерения расхода, называются *расходомерами*, а измеряющие количество вещества, которое протекает через поперечное сечение трубопровода в течение отрезка времени, – *счетчиками*.

По принципу действия расходомеры можно разделить на:

1) расходомеры переменного и 2) постоянного перепадов давлений, 3) переменного уровня.

***Расходомеры переменного перепада давлений.*** Их действие основано на возникновении перепада давлений на установленном внутри трубопровода сужающемся устройстве постоянного сечения. Разность статических давлений до и после сужающегося устройства (перепад давлений) измеряется дифференциальным манометром, зависит от расхода протекающего вещества и может служить мерой расхода.

***Расходомеры постоянного перепада давлений (ротаметры).*** Их действие основано на перемещении чувствительного элемента (поплавка), установленного в вертикальной конической трубке; через нее снизу подается вещество, расход которого измеряется. При изменении расхода жидкости, газа или пара поплавок перемещается вверх и изменяется проходное отверстие трубки. Высота подъема поплавок функционально связана с расходом. При этом перепад давления на поплавке при перемещении его вдоль оси трубки остается практически постоянным.

**Расходомеры переменного уровня.** Действие данных приборов основано на изменении высоты уровня жидкости в сосуде при непрерывном поступлении и свободном истечении ее из сосуда.

Существуют и другие виды расходомеров, действие которых основано на некоторых физических закономерностях (изменении электрических параметров, теплоотдачи к потоку, уменьшении интенсивности ультразвука или радиоактивного излучения в зависимости от расхода).

### **Анализаторы взрывоопасных газов и паров**

**Анализатором** называется прибор, автоматически или полуавтоматически определяющий количественный или качественный состав анализируемого вещества на основе измерения параметров, характеризующих его физические или физико-химические свойства.

Автоматический анализатор относится к числу устройств, которые действуют полностью автоматически и могут служить в качестве элементов автоматических регулирующих систем, а также могут быть использованы в схемах автоматической защиты. Они представляют собой стационарные устройства непрерывного действия.

Полуавтоматический анализатор, (индикатор) – устройство, предполагающее в своей работе наличие ручных операций по периодическому забору анализируемой смеси и в дополнительной обработке результатов анализа. Приборы такого типа не могут применяться в качестве элементов регулирующих систем и систем защиты.

### **Анализаторы классифицируются по ряду признаков.**

А) По принципу действия анализаторы разделяют на две группы.

1) Анализаторы, *основанные на физических принципах*, – это приборы, измеряющие некоторую физическую величину,

зависимость которой от химического состава анализируемого вещества точно определена. Важным свойством этих анализаторов является то, что при измерении не происходит количественных изменений анализируемой смеси.

Недостатком физических анализаторов является зависимость значений физических величин от давления, температуры и концентрации сопутствующих компонентов.

2) Анализаторы, *основанные на физико-химических принципах*, измеряют параметры, сопровождающие химическую реакцию, в которой определяемое вещество либо участвует само, либо на которую оно оказывает существенное влияние.

Б) По числу определяемых компонентов анализаторы разделяются на одно и многокомпонентные.

В) По физическому (агрегатному) состоянию анализируемого вещества анализаторы разделяются на анализаторы жидкостей, твердых веществ и газоанализаторы.

Самую большую группу анализаторов представляют *газоанализаторы*, которые первыми стали применяться в производственной практике.

Газоанализаторы могут быть объединены в зависимости от использования тех или иных физико-химических свойств определяемых ими веществ в следующие группы: *тепловые, термохимические, термомагнитные, фотоколориметрические, оптико-акустические, спектральные, хроматографические*.

### **Назначение, принцип работы термохимических газоанализаторов**

Газоанализаторы – это приборы, которыми пользуются для определения взрывоопасности газопаровоздушных сред. Они измеряют концентрацию в воздухе того или иного горючего газа или пара. При этом оценка взрывоопасности среды производится путем сопоставления полученных данных с

имеющимися в литературе значениями нижних пределов воспламенения тех или иных газов или паров.

Среди методов, применяемых для определения горючих паров или газов, наибольшее распространение в мировой практике получил *термохимический метод*. Сущность его заключается в том, что благодаря известному свойству некоторых металлов и окислов ускорять реакцию горючих газов и паров на своей поверхности, удастся выделить эти горючие газы и пары путем их каталитического сжигания.

Термохимические приборы, в основе которых лежит термохимический метод, могут быть разделены на *три группы*.

К первой группе относятся приборы, в которых реакция горения сопровождается выделением тепла, протекает на катализаторе (обычно платиновая нить), причем катализатор используется и как чувствительный элемент измерительной схемы.

Ко второй группе относятся приборы, в которых реакция протекает на насыпном катализаторе, а полезный тепловой эффект, сопровождающий реакцию, измеряется специальным термочувствительным элементом.

К третьей группе относятся приборы, в которых реакция протекает на твердых носителях, пропитанных каталитически активным раствором, а полезный тепловой эффект измеряется расположенным на носителе термочувствительным элементом.

Носителями обычно служат материалы, имеющие большую поверхность на единицу объема, такие, как активная окись алюминия, асбест и др. Для полного окисления газообразующих продуктов нужна температура более 1000° С, катализаторы же снижают эту температуру. Тепловой эффект и измерение температуры осуществляется компенсационным или нулевым методами измерения.

*Первыми разработками, проведенными в России в области приборов, определяющих степень загазованности производственных помещений горючими газами или парами, являются переносный газоанализатор горючих газов и паров*

типа ПГФ1, и в последующем его модификации ПГФ1-В1А, ПГФ2-В3Г в искробезопасном исполнении.

## 1.2. Основные понятия теории автоматического регулирования.

### Автоматические системы противопожарной защиты

**Теория автоматического управления (ТАУ)** – научная дисциплина, изучающая процессы автоматического управления объектами разной физической природы. При этом с помощью математических средств выявляются свойства систем автоматического управления и разрабатываются рекомендации по их проектированию.

Является составной частью технической кибернетики и предназначена для разработки общих принципов автоматического управления, а также методов анализа (исследования функционирования) и синтеза (выбора параметров) систем автоматического управления (САУ) техническими объектами.

### Основные понятия

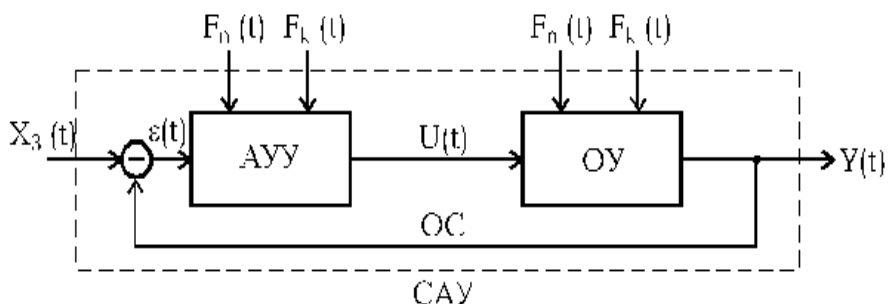


Рис. 1.1 Схема взаимодействия объекта управления и АУУ в САУ

Основными понятиями, используемыми в теории автоматического управления и регулирования, являются:

система автоматического управления (САУ), объект управления (ОУ),  $X_3(t)$  – входная величина (управляемая величина  $Y(t)$ ), возмущающее воздействие  $F(t)$ , задающее воздействие  $g(t)$  и управляющее воздействие  $e(t)$ , автоматическое управляющее устройство (АУУ), алгоритм управления  $U(t)$ , обратные связи (ОС) (главные, внутренние, компенсирующие) (рис. 1.1).

*Автоматика* – отрасль науки и техники, охватывающая теорию и практику автоматического управления, а также принципы построения автоматических систем и образующих их технических средств.

*Объект управления* (ОУ) – устройство, физический процесс либо совокупность процессов, которыми необходимо управлять для получения требуемого результата в соответствии с алгоритмом управления.

Взаимодействие с ОУ происходит путём подачи на его условный вход управляющего воздействия  $e(t)$  (которое корректирует процессы, протекающие в ОУ); при этом на выходе получается изменённый параметр (который является процессом-следствием).

*Система автоматического управления* (САУ) включает в себя совокупность объекта управления ОУ и устройства управления УУ, взаимодействующих между собой в соответствии с алгоритмом управления.

*Устройство управления* (УУ) – совокупность устройств, с помощью которых осуществляется управление входами объекта управления.

*Управляющее воздействие*  $e(t)$  – это воздействие управляющего устройства УУ на объект управления ОУ.

*Регулирование* – частный случай управления, цель которого заключается в поддержании на заданном уровне одного или нескольких выходов объекта управления.

*Автоматическое регулирование* – изменение какой-либо физической величины по требуемому закону без непосредственного участия человека.



*Регулируемая* величина – физическая величина, подлежащая регулированию.

*Регулируемый объект* (*объект регулирования*) – технический агрегат (аппарат), в котором осуществляется автоматическое регулирование.

*Управляемый параметр* (выходной параметр объекта)  $Y(t)$  – физическая величина (координата) объекта, которая преднамеренно изменяется или сохраняется неизменной, в процессе управления.

*Задающее воздействие* – функция  $g(t)$ , которая определяет требуемый закон регулирования выходной величины.

*Возмущающее воздействие*  $F(t)$  – процесс на входе объекта управления, являющийся помехой управлению.

Возмущающие воздействия могут быть различного характера:

- координатными  $F_k(t)$ , которые изменяют непосредственно координату  $Y(t)$ ;

- параметрическими  $F_n(t)$ , при действии которых изменяются параметры объекта и АУУ (температура окружающей среды, старение комплектующих элементов и др.).

Для борьбы с возмущениями объект регулирования (ОР) снабжается *регулирующим органом* (РО), воздействуя на который (вручную или автоматически) можно изменять регулируемую величину, компенсируя нежелательное ее изменение. Воздействие на регулирующий орган называется *регулирующим воздействием* и обозначается буквой  $\mu$ .

*Ошибка регулирования*  $\varepsilon(t) = g(t) - Y(t)$ , разность между требуемым значением регулируемой величины и текущим ее значением. Если  $\varepsilon(t)$  отлична от нуля, то этот сигнал поступает на вход регулятора, который формирует такое регулирующее воздействие, чтобы в итоге с течением времени  $\varepsilon(t) = 0$ .

*Регулятор* – преобразует ошибку регулирования  $\varepsilon(t)$  в управляющее воздействие  $e(t)$ , поступающее на объект управления.

*Алгоритм функционирования*  $U(t)$  – совокупность предписаний  $g(t)$ , определяющих характер изменения выходного параметра объекта.

Различные алгоритмы функционирования определяют три основных класса САУ.

1. Системы стабилизации, у которых выходной параметр остается неизменным. Эти системы называют системами автоматического регулирования (САР):

$$Y(t) = g(t) = const.$$

2. Системы программного управления, в которых выходной параметр полностью соответствует закону, определяемому программой:

$$Y(t) = g(t).$$

3. Следящие системы, обеспечивающие соответствие выходного параметра изменениям входного воздействия по заранее неизвестному закону.

Отклонение выходного параметра управления  $y(t)$  необходимо поддерживать равным требуемому значению в пределах заданной точности управления:

$$Y(t) = g(t) \pm dY(t).$$

*Главная задача управления*: необходимо обеспечить минимальную величину отклонения  $dY(t)$  выходного параметра объекта  $Y(t)$  от ее *требуемого значения*  $g(t)$ , т.е. в первом приближении (рис. 1.2):

$$Y(t) - g(t) = dY(t)_{min}.$$

Отклонение  $dY(t)$  проявляется в системе в результате действий возмущений  $F(t)$ , а также изменениями во времени величины  $X_3(t)$ . При изменении  $X_3(t)$  выходная величина  $Y(t)$  не сразу примет нужное значение  $g(t)$ , а спустя некоторое время после окончания переходного процесса. Переходной процесс может быть и колебательным, как показано на рис. 1.2.

Выходной параметр  $Y(t)$  достигнет требуемого  $Y_{mp}(t) = g(t)$  за время переходного процесса  $t_m$ .

## **Принципы управления САУ**

Обратная связь – связь, при которой на вход регулятора подаётся действительное значение выходной переменной, а также заданное значение регулируемой переменной.

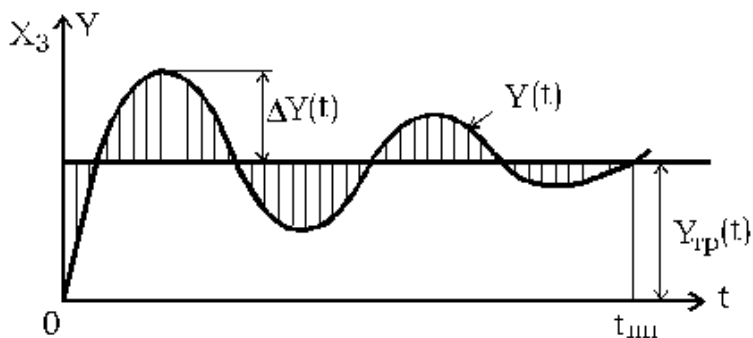


Рис. 1.2 Переходной процесс регулирования

- жёсткая – такая ОС, при которой на вход регулятора поступает сигнал, пропорциональный выходному сигналу объекта в любой момент времени.
- гибкая – такая ОС, при которой на вход регулятора поступает не только сигнал, пропорциональный выходному сигналу объекта, но и сигнал, пропорциональный производным выходной переменной.

### *Автоматические системы противопожарной защиты*

Автоматизированные системы противопожарной защиты монтируют в жилых зданиях высотой 10 и более этажей.

Автоматизированная система противопожарной защиты зданий повышенной этажности предназначена для автоматического обнаружения пожара, подачи сигнала о возникновении пожара, защиты от воздействия опасных факторов пожара людей в течение всей продолжительности пожара и обеспечения условий для его тушения. Она устанавливается, как правило, на каждую секцию здания.

Основными элементами системы противопожарной защиты здания повышенной этажности являются:

- автоматические устройства обнаружения пожара и передачи сигнала о его возникновении и неисправности систем на диспетчерский пункт (автоматические пожарные извещатели, приемные станции, линии связи);

- оборудование системами противодымной защиты путей эвакуации (вытяжные вентиляторы, вентиляторы подпора воздуха, этажные дымовые клапаны, приемные каналы);

- оборудование системами внутреннего противопожарного водоснабжения (пожарный водопровод, пожарные насосы, электрозадвижки, пожарные краны с рукавами и стволами и др.);

- устройства автоматического, дистанционного и местного управления оборудованием системы противодымной защиты и внутреннего противопожарного водоснабжения (щиты управления, промежуточные реле, пакетные переключатели, магнитные пускатели и др.).

Автоматические датчики устанавливают в прихожих квартир: они электрически связываются с приемной станцией управления и сигнализацией типа «Сигнал-12».

В зданиях предусматривают специальную вытяжную шахту, которая на каждом этаже сообщается с коридорами квартир посредством клапана дымоудаления, снабженного электроприводом; в верхней части этой шахты устанавливают вытяжной вентилятор.

Для создания необходимого подпора воздуха в шахте, исключаяющего возможность перетекания дыма при пожаре с одного этажа на другой, предусмотрен приточный вентилятор, перед которым установлен приемный клапан, снабженный электроприводом. Электроприводы вентиляторов и дымовых клапанов электрически связаны с приемной станцией управления «Сигнал-12».

При возникновении очага пожара в помещении (комнате) срабатывает датчик, который передает электрический сигнал в приемную станцию «Сигнал-12», где он фиксируется на лицевой

панели загоранием лампочки соответствующего этажа и звуковым зуммером.

Одновременно автоматически открывается заслонка дымового клапана того этажа, где возник пожар, включаются в работу вытяжной и подпорный вентиляторы, открываются приемный клапан вентилятора подпора и электрозадвижка на обводной линии водомера, и начинает работать пожарный насос; проникающий из комнаты в коридор дым удаляется через вытяжную шахту.

Пожаротушение осуществляется от системы внутреннего пожарного водоснабжения, состоящей из двух пожарных насосов, электрозадвижки на обводной линии водомера, пожарных стояков, ответвлений на каждом этаже с пожарными кранами, рукавами и стволами. Противопожарное оборудование на каждом этаже зданий размещается в коридоре в специальной нише.

Пожарные насосы запускаются в работу автоматически при срабатывании квартирных датчиков пожара или вручную от кнопок, установленных на этажах здания, а также от местных включающих устройств, размещенных вблизи самих насосов.

Наладка, ремонт и эксплуатация автоматических систем противопожарной защиты регламентируется «Инструкцией по эксплуатации и ремонту автоматизированных систем противопожарной защиты в жилых домах повышенной этажности» (Л.: ОНТИ ЛНИИ АКХ, 1985), где приведены устройство системы и указания по техническому ее обслуживанию. Обслуживание автоматических систем противопожарной защиты должны производить специализированные организации по «Нормам затрат труда на обслуживание и ремонт автоматических систем противопожарной защиты жилых зданий повышенной этажности» (М.: ОНТИ АКХ, 1979).

Жилищно-эксплуатационные организации обязаны обеспечить сохранность приборов и оборудования систем противопожарной защиты.

Обычно формулируют следующие приоритетные требования к автоматической противопожарной защите (АППЗ) при пожаре:

- как можно раннее обнаружение возгорания (очагов пожара);
- выдачу всех необходимых сигналов для задействования автоматических противопожарных средств объекта:
  - подпор воздуха в шахтах лифтов и на лестничных клетках;
  - отключение общеобменной вентиляции;
  - включение систем дымоудаления;
  - управление клапанами;
  - принудительное опускание лифтов;
  - закрытие автоматических противопожарных дверей;
  - запуск автоматических установок пожаротушения;
- детальное информирование о пожарной ситуации на объекте и дежурного персонала, и остальных присутствующих в здании людей.

Важно, чтобы высокая чувствительность извещателей не оборачивалась ложными тревогами из-за отличных от пожара причин.

К сожалению, простейшие извещатели не в состоянии обладать одновременно и высокой чувствительностью, и низкой вероятностью ложной тревоги.

Следующей является проблема сохранения работоспособности автоматической противопожарной защиты (АППЗ) в дежурном режиме. Действительно, при применении традиционных релейных модулей множество цепей запуска остаются бесконтрольными в дежурном режиме.

Эту проблему можно решить, применяя адресные управляющие модули с контролем цепей пуска и обязательной обратной связью о выполнении команды, подтверждающей правильность работы исполнительных компонентов АППЗ. На

практике подобное оборудование применяется крайне редко или по причине нераспространенности на рынке специализированных систем, или по причине высокой стоимости реализации этих функций при помощи традиционных блоков управления. Если говорить про детализацию информации о срабатывании систем пожарной сигнализации (ПС), то до сих пор даже на больших объектах применяются традиционные пороговые извещатели, ради экономии большими группами объединенные в шлейфы. Ни о какой информативности тут не может быть и речи. Важнейшей задачей комплекса автоматической противопожарной защиты является четкая и слаженная работа при чрезвычайной ситуации всех пожарных и инженерных систем объекта по заранее спланированному алгоритму.

\*Вентиляторы подпора предназначены для перемещения воздуха и др. газовых смесей, а также для подачи наружного воздуха в лестничные, лифтовые и др. зоны, создавая избыточное давление в этих помещениях.

## **2 Раздел. СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА**

**Пожарная сигнализация** – совокупность технических средств обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и технических устройств. К пожарной сигнализации относятся: *пожарные извещатели (ПИ), шлейфы, приемно-контрольные приборы (ПКП), системы передачи извещений о пожаре (СПИ).*

### **2.1. Основные информационные параметры пожара и особенности их преобразования пожарными извещателями**

Любой пожар сопровождается изменением характеристик окружающей среды, обусловленных развитием горения и возникновением конвективного теплового потока над его очагом. К таким характеристикам можно отнести: *повышенную температуру окружающей среды, дым и продукты горения, а также световое излучение пламени.*

Автоматические пожарные извещатели (ПИ) сконструированы таким образом, чтобы реагировать на изменение одного или нескольких параметров пожара.

ПИ предназначен для преобразования изменения параметров окружающей среды при возникновении пожара в сигнал, удобный для передачи по каналу связи на приемную станцию, где он может быть воспринят и расшифрован человеком.

В зависимости от вида контролируемого параметра они делятся на: *тепловые, дымовые, световые (извещатели пламени), газовые и комбинированные извещатели.*



Автоматические ПИ преобразуют неэлектрические информационные параметры пожара в электрические сигналы, которыми достаточно легко оперировать при переработке информации приемно-контрольными приборами. В соответствии с ГОСТ 12.2.047 автоматический пожарный извещатель – это устройство для формирования сигнала о пожаре, которое реагирует на факторы, сопутствующие пожару.

### **1. Тепловые пожарные извещатели (ПИ)**

Реагируют на определенное значение температуры и (или) скорость ее нарастания. Принцип действия тепловых пожарных извещателей заключается в изменении свойств чувствительных элементов при изменении температуры. По конфигурации измерительной зоны тепловые ПИ подразделяются на *точечные, многоточечные и линейные*.

Применяются тепловые ПИ в случаях, когда в воздухе высока концентрация аэрозольных частиц, не имеющих никакого отношения к процессам горения (водяной пар, мука на мукомольном заводе и т.д.).

Тепловые пороговые ПИ выдают сигнал «Пожар» при достижении пороговой температуры, дифференциальные – фиксируют пожароопасную ситуацию по скорости нарастания температуры, максимально-дифференциальные – срабатывают не только на скорость повышения температуры, но и на ее пороговый показатель.

Контактный пороговый тепловой извещатель выдает тревожный сигнал при превышении заранее заданной предельно допустимой температуры. При нагревании расплавляется контактная пластина, электрическая цепь разрывается, и вырабатывается тревожный сигнал. Обычно пороговая температура составляет 75 °С.

Тепловые ПИ применяются тогда, когда дымовые ПИ бесполезны: отдельные материалы горят практически без выделения дыма (например, сухое дерево, бензин, спирт), или распространение дыма затруднено вследствие малого пространства (за подвесными потолками).

В качестве чувствительного элемента может использоваться и полупроводниковый элемент. При увеличении температуры сопротивление цепи падает, и по ней течет большой ток. При превышении пороговой величины электрического тока вырабатывается тревожный сигнал. Полупроводниковые чувствительные элементы имеют более высокую скорость реагирования; величина пороговой температуры может быть задана произвольно; а при срабатывании датчика не происходит разрушения прибора.

Дифференциальные тепловые извещатели обычно состоят из 2-х термоэлементов, один из которых размещается внутри корпуса ПИ, а второй – снаружи. Токи, протекающие через эти две цепи, подаются на входы дифференциального усилителя. При увеличении температуры ток, протекающий по наружной цепи, резко изменяется. Во внутренней цепи он почти не меняется, что приводит к дисбалансу токов и к появлению тревожного сигнала. Использование термопары позволяет исключить влияние плавных температурных изменений, вызванных естественными причинами. Эти датчики являются наиболее быстрыми по скорости реагирования и устойчивыми в работе.

Существуют следующие типы тепловых пожарных извещателей:

ИП-101 – с использованием зависимости изменения величины термосопротивления от температуры контролируемой среды;

ИП-102 – с использованием возникающей при нагревании ТЭДС;

ИП-103 – с использованием линейного расширения тел;

ИП-104 – с использованием плавких или сгораемых вставок;

ИП-105 – с использованием зависимости магнитной индукции от температуры.

## 2. Дымовые пожарные извещатели

В начальной стадии пожара, когда имеет место процесс медленного горения с выделением большого количества дыма,

наиболее эффективным является применение дымовых извещателей.

*Дымовой ПИ* – пожарный извещатель, реагирующий на частицы твердых или жидких продуктов горения и (или) пиролиза\* в атмосфере (по НПБ 65).

\*Пиролиз – термическое разложение органических и многих неорганических соединений.

По конфигурации измерительной зоны дымовые ПИ делятся на *точечные* и *линейные*.

По принципу действия существует два типа извещателей: *ионизационные* и *оптико-электронные (фотоэлектрические)*. Дымовые ионизационные ПИ делятся на радиоизотопные и электроиндукционные.

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

Радиоизотопные дымовые ПИ в качестве чувствительного элемента имеют дымовую камеру с размещенными в ней двумя электродами (анодом и катодом) и капсулы с радиоактивным элементом (плутоний Pu или америций Am). В дежурном режиме воздух в камере ионизирован, и между электродами возникает электрический ток. При попадании в камеру частиц дыма ионизация уменьшается, и ток между электродами пропадает. Блок обработки сигналов регистрирует изменение тока и вырабатывает сигнал «Пожар».

**Оптико-электронные дымовые извещатели** разработаны на основе использования оптических свойств дыма.

*Дымовой оптический пожарный извещатель* – ПИ, реагирующий на продукты горения, которые воздействуют на поглощающую или рассеивающую способность излучения в инфракрасном, ультрафиолетовом и видимом диапазонах спектра (по НПБ 65).

Контролируя изменение оптических свойств среды, дым можно обнаружить двумя способами: 1) по ослаблению

светового потока (оптико-электронные дымовые ПИ) – за счет уменьшения прозрачности окружающей среды и 2) по интенсивности отраженного (рассеянного) светового потока частицами дыма (фотоэлектрические дымовые ПИ).

В первом случае ослабление светового потока происходит по закону Бугера-Ламберта:  $\Phi = \Phi_0 \exp(-kcL)$ , где  $\Phi_0$ ,  $\Phi$  – световой поток, выходящий из источника света и достигший приемника соответственно, лм;  $k$  – коэффициент пропорциональности (поглощения);  $c$  – концентрация дыма, мг/м<sup>3</sup>;  $L$  – расстояние между излучателем и фотоприемником ДПИ, см.

Ослабление светового потока дымом зависит от свойств частиц дыма и от длины волны применяемого источника светового излучения. При фиксированном пороге срабатывания фотолучевых (линейных) извещателей по оптической плотности среды их чувствительность или обнаружительная способность с увеличением расстояния  $L$  (в пределах паспортных данных) будет возрастать.

Во втором случае соотношение между первичным  $\Phi_0$  и вторичным потоками света

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

где  $N$  – число частиц дыма в его объеме дыма;  $V$  – объем частиц, м<sup>3</sup>;  $\beta$  – угол рассеяния, град.;  $\lambda$  – длина волны, нм.

Оптико-электронный извещатель, работа которого основана на изменении интенсивности отраженного (рассеянного) светового потока частицами дыма, называется *точечным*.

В дымовой камере размещаются источник светового излучения и фотоприемник (светодиод и фотоэлемент), на разных уровнях так, что свет от светодиода в обычном режиме не попадает на фотоэлемент. При появлении дыма в дымовой камере, свет отражается от частичек дыма и попадает на фотоэлемент, и в цепи возникает ток и тревожный сигнал.

### 3. Световые пожарные извещатели (извещатели пламени)

Для обнаружения быстроразвивающихся пожаров в их начальной стадии наиболее эффективны извещатели пламени.

Извещатель пламени – прибор, реагирующий на электромагнитное излучение пламени или тлеющего очага (по НПБ 72-98). Чувствительный элемент – преобразователь электромагнитного излучения в электрический сигнал, реагирующий на электромагнитное излучение пламени в инфракрасном, видимом или ультрафиолетовом диапазоне длин волн в соответствии со спектром электромагнитного излучения. *Многодиапазонные извещатели* – это приборы, реагирующие на электромагнитное излучение пламени двух или более участков спектра.

По чувствительности к пламени извещатели делят на 4 класса в зависимости от расстояния, при котором наблюдается устойчивое срабатывание их от воздействия излучения пламени тестовых очагов за время не более 30 с:

1-й класс – 25 м;    2-й класс – 17 м;    3-й класс – 12 м;  
4-й класс – 8 м.

Максимальное значение фоновой освещенности чувствительного элемента извещателя, создаваемой люминесцентными лампами, при котором извещатель сохраняет работоспособность, не выдавая ложного извещения, должно быть не менее 2500 лк.

В ультрафиолетовом диапазоне спектра применяются счетчики фотонов или газонаполненные индикаторы. Эти элементы обладают большей чувствительностью и работают по принципу *внешнего фотоэффекта*. Элементы работают в импульсном режиме, и электронные схемы построены по принципу обработки информации о количестве поступающих импульсов от очага пожара. При незначительном излучающем фоне фотоэлементы генерируют небольшое количество импульсов в единицу времени, но при возникновении пожара резко возрастает поток фотонов, и фотоэлементы генерируют достаточное количество импульсов для срабатывания

извещателя. Схемы обработки импульсов могут быть *накопительными* (производится аккумуляция импульсов в конденсаторе до определенной величины) или *цифровыми* (извещатель срабатывает при подсчете определенного количества импульсов за заданное время).

Инфракрасные извещатели в качестве чувствительных элементов используют фоторезисторы или фотодиоды. Они работают по принципу *внутреннего фотоэффекта* и изменяют электрические параметры в зависимости от интенсивности падающего на них светового потока.

#### **4. Газовые пожарные извещатели**

**Газовый извещатель** – извещатель, реагирующий на газы, выделяющиеся при тлении или горении материалов. Газовые извещатели могут реагировать на оксид углерода (углекислый или угарный газ), углеводородные соединения. Извещатели должны реагировать, как минимум, на один из приведенных ниже газов при концентрации в пределах:

- $\text{CO}_2$  – 1000...1500 ppm (миллионная доля);
- $\text{CO}$  – 20...80 ppm;
- $\text{C}_x\text{H}_y$  – 10...20 ppm.

По чувствительности к  $\text{CO}$  извещатели подразделяют на два класса:

- 1-й класс – 20...40 ppm;
- 2-й класс – 41...80 ppm.

Извещатели могут реагировать на другие газы, однозначно свидетельствующие о возникновении очага загорания, в соответствии с техническими указаниями (ТУ) на извещатели.

Оксид углерода ( $\text{CO}$ ) – основной характерный газовый компонент, выделяющийся на стадии тления в результате пиролиза материалов, используемых в строительстве. На начальной стадии пожара, при тлении, концентрация  $\text{CO}$  быстро увеличивается до 20-100 мг/м<sup>3</sup>, но при появлении пламени наоборот падает, зато растет концентрация двуокси углерода ( $\text{CO}_2$ ) до уровня более 5000 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует сгоранию

40-50 г древесины или бумаги в закрытом помещении объёмом 60 м<sup>3</sup> или эквивалентно 10 выкуренным сигаретам. С другой стороны, такой уровень CO<sub>2</sub> достигается в результате присутствия в помещении двух человек в течение 1 часа.

Важно, вместе с CO при тлении всех органических материалов выделяется водород (H<sub>2</sub>), который отсутствует в обычных условиях в атмосфере. Несмотря на небольшие концентрации водорода, выделяемого в воздух помещения (до 10 мг/м<sup>3</sup>), его легко детектировать при наличии высокочувствительных и селективных датчиков водорода, например на полупроводниковых сенсорах.

Пожарные извещатели на основе газовых сенсоров способны предупредить пожары на самых ранних стадиях возгорания. Для эффективного применения газовые сенсоры (датчики) извещателей должны обладать следующими свойствами:

- чувствительностью для водорода 0,00001...0,0002 %, для угарного газа 0,0001...0,008 %;
- быстродействием (2...5 с);
- низким энергопотреблением (менее 50 мВт);
- долговечностью (10...60 тыс. ч);
- стабильностью работы;
- низкой стоимостью (1...3 долл.).

На начальном этапе пожара, когда тлеет ещё небольшое количество материала, «пожарные газы» растворяются в объёме помещения и их концентрация мала. Отсюда требование к порогу чувствительности сенсоров – от 0,0001 % для CO и 0,00001 % для H<sub>2</sub>. Требования к быстродействию сенсоров вытекают из скорости диффузии газов и конвекции воздушной массы в помещении, а также динамики развития пожароопасного процесса.

Газовые извещатели, применяемые в частных домах и квартирах, должны быть комплексными и способными сигнализировать о возможных утечках газа из кухонных плит и систем газового и печного отопления. Для возможности

одновременного измерения и низких концентраций пожарных газов, и высоких концентраций (до 5 %) горючих газов сенсор должен иметь динамический диапазон в четыре порядка, которым обладают только полупроводниковые сенсоры.

### Сенсоры пожарных извещателей

В настоящее время актуальной задачей для газовых извещателей является разработка миниатюрных химических сенсоров на основе металлооксидных полупроводников SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub> и др. Наиболее широко используется диоксид олова, отличающийся высокой химической устойчивостью. Принцип действия таких сенсоров основан на том, что обратимая хемосорбция активных газов на их поверхности сопровождается обратимыми изменениями проводимости. При этом высокая чувствительность к содержанию в атмосфере целого ряда отравляющих и взрывоопасных газов, а также возможность управления процессами, происходящими на поверхности и в объёме полупроводника, делают эти материалы особенно привлекательными.

Классификация газоаналитических сенсоров

Таблица 2.1

Классы	Подклассы
Сенсоры электрохимические	Сенсоры потенциметрические Сенсоры вольтамперометрические Сенсоры кулонометрические Сенсоры кондуктометрические
Сенсоры полупроводниковые	Сенсоры полупроводниковые на оксидных металлах Сенсоры на органических полупроводниках Сенсоры полупроводниковые на МОП-транзисторах с чувствительным затвором
Сенсоры оптические	Сенсоры спектрофотометрические Сенсоры люминесцентные Сенсоры оптометрические
Сенсоры акустиковолоконные	Сенсоры пьезокварцевые Сенсоры высокочастотные
Сенсоры термоволновые	Сенсоры с оптическим возбуждением Сенсоры с терморезистивным возбуждением



Сенсоры магнитные	
Сенсоры термометрические	Сенсоры термокаталитические

По возможности установки адреса все ПИ делятся на: адресные и неадресные.

*Адресные ПИ* – передают на адресный приемно-контрольный прибор код своего адреса с извещением о пожаре. Это технически сложные устройства, которые предназначены для обнаружения возгораний на ранней стадии.

*Неадресные ПИ* – срабатывают на некоторый фактор возгорания при достижении определенного, заранее заданного уровня. Эти извещатели имеют минимальную эффективность, но наиболее востребованы благодаря низкой цене.

### *2.1.1. Принципы размещения автоматических пожарных извещателей на объектах*

Размещение ПИ на объектах производится в соответствии с требованиями СНИП, НПБ 88, РД 78.145, а также техническими требованиями на установку, изложенными в паспортной технической документации. Параметры размещения зависят от типа ПИ, высоты помещения и др.

Если установка пожарной сигнализации предназначена для управления автоматическими установками пожаротушения, дымоудаления и оповещения о пожаре, – каждую точку защищаемой площади необходимо контролировать не менее чем двумя автоматическими ПИ.

Максимальное расстояние между дублирующими тепловыми или дымовыми ПИ должно быть равно половине нормативного, если установка пожарной сигнализации предназначена для управления установками для пожаротушения, дымоудаления и оповещения о пожаре.

Одним шлейфом пожарной сигнализации с неадресными ПИ допускается оборудовать зону контроля, включающую:

- помещения, расположенные на разных этажах, при суммарной площади здания 300 м<sup>2</sup> и менее;

- не более 10 помещений, изолированных и смежных с ними, суммарной площадью не более 1600 м<sup>2</sup>, расположенных на одном этаже здания и имеющих выход в одно и то же помещение (коридор, холл, вестибюль и пр.);

- не более 20 помещений, изолированных и смежных с ними, суммарной площадью не более 1600 м<sup>2</sup>, расположенных на одном этаже здания и имеющих выход в одно и то же помещение (коридор, холл...), при наличии выносной световой сигнализации о срабатывании ПИ над входом в каждое контролируемое помещение.

При сложном расположении помещений на объекте (помещения имеют выходы в протяженный коридор с множеством поворотов и т.п.) расчет количества защищенных помещений, охватываемых одним пожарным шлейфом с неадресными ПИ в зависимости от площади помещений и конфигурации объекта, следует производить аналитически. Суммарное время обхода помещений дежурным при минимальной скорости движения по объекту 0,8 м/с и время, необходимое для передачи сообщения в пожарную часть, не должно превышать 10 мин.

Количество автоматических ПИ, устанавливаемых в защищаемых помещениях или зонах контроля, следует определять, исходя из необходимости обнаружения загораний по всей площади или во всем объеме защищаемого помещения, или, соответственно, зоны контроля, а в случае применения извещателей пламени, и площади (поверхности) оборудования. В каждом защищаемом помещении следует устанавливать не менее двух ПИ.

В защищаемом помещении допускается устанавливать один ПИ, если одновременно выполняются следующие условия:

1) площадь помещения не больше защищаемой пожарным извещателем площади, указанной в технической

документации на него, и не больше средней площади, указанной в таблицах 2.2 – 2.6;

2) ПИ является адресным;

3) обеспечивается автоматический контроль работоспособности ПИ, подтверждающий выполнение им своих функций с выдачей извещения о неисправности на приемно-контрольный прибор;

4) по сигналу с ПИ аппаратура управления не производит включение автоматических установок пожаротушения или дымоудаления, или систем оповещения о пожаре 5-го типа по НПБ 104.

Точечные ПИ, кроме извещателей пламени, следует устанавливать, как правило, под покрытием (перекрытием). При невозможности этого допускается установка ПИ на стенах, колоннах и др. несущих строительных конструкциях, а также на тросах.

При установке точечных ПИ под покрытием их следует размещать на расстоянии не менее 0,1 м от стен.

При установке точечных ПИ на стенах, специальной арматуре или креплении на тросах их следует размещать на расстоянии не менее 0,1 м от стен, на расстоянии не менее 0,1 м и не более 0,3 м – от покрытия, включая габариты извещателя.

При установке дымовых и тепловых ПИ в помещениях шириной менее 3 м под фальшполом, над фальшпотолком и в других пространствах высотой менее 1,7 м, расстояния между ПИ, указанные в таблице 2.2, допускается увеличить в 1,5 раза. При этом конструкции перекрытий фальшпола и фальшпотолка должны обеспечивать доступ к ПИ для их обслуживания.

ПИ, установленные под фальшполом, над фальшпотолком, должны быть подключены к самостоятельному шлейфу пожарной сигнализации и иметь выносное устройство оптической индикации либо быть адресными.

Дымовые и тепловые ПИ следует устанавливать, как правило, на потолке. При невозможности этого допускается установка ПИ на стенах, балках, колоннах. Допускается

подвеска извещателей на тросах под покрытием зданий со световыми, аэрационными, зенитными фонарями.

В этих случаях ПИ необходимо размещать на расстоянии не более 300 мм от потолка, включая габариты ПИ.

Линейные дымовые ПИ состоят из блока приемника (БП) и блока излучателя (БИ). БП и БИ следует устанавливать на стенах, перегородках, колоннах таким образом, чтобы оптическая ось БИ и БП проходила на расстоянии не более 0,4 м от уровня покрытия (перекрытия). Максимальное расстояние между их параллельными оптическими осями, оптической осью и стеной в зависимости от высоты установки блоков ПИ следует определять по таблице 2.3.

Точечные дымовые ПИ.

Таблица 2.2

Высота защищаемого помещения, м	Средняя площадь, контролируемая одним ПИ, м <sup>2</sup>	Максимальное расстояние, м	
		между извещателями	от извещателя до стены
до 3,5	до 85	9	4,5
свыше 3,5 до 6	до 70	8,5	4
свыше 6 до 10	до 65	8	4
свыше 10,5 до 12	до 55	7,5	3,5

Высота установки блоков линейных дымовых ПИ. Таблица 2.3

Высота установки извещателя, м	Максимальное расстояние между оптическими осями извещателей, м	Максимальное расстояние от оптической оси извещателя до стены, м
до 3,5	9	4,5
свыше 3,5 до 6	8,5	4
свыше 6 до 10	6	4
свыше 10,5 до 12	7,5	3,5

В помещениях высотой свыше 12 м и до 18 м линейные дымовые ПИ следует, как правило, устанавливать в 2 яруса, в соответствии с таблицей 2.4, при этом:

- первый ярус ПИ следует размещать на расстоянии 1,5-2 м от верхнего уровня пожарной нагрузки, но не менее 4м от плоскости пола;

- второй ярус ПИ следует располагать на расстоянии не более 0,4 м от уровня покрытия.

Линейные дымовые ПИ следует устанавливать таким образом, чтобы минимальное расстояние от их оптической оси до стен и окружающих предметов было не менее 0,5м.

*Пожарная нагрузка – это количество теплоты, отнесенное к единице поверхности пола, которое может выделиться при пожаре в помещении.*

Точечные тепловые ПИ размещают таким образом, чтобы площадь, контролируемая одним ПИ, а также максимальное расстояние между ПИ и извещателем и стеной при квадратной схеме размещения ПИ на потолке без выступающих частей необходимо определять по таблице 2.5, но, не превышая величин, указанных в технических условиях и паспортах на ПИ.

Характеристика установки линейных дымовых ПИ Таблица 2.4

Высота защищаемого помещения, м	Ярус	Высота установки извещателя, м	Максимальное расстояние, м	
			между оптическими осями ПИ	от оптической оси извещателя до стены
свыше 12м до 18м	1	1,5 – 2 от уровня пожарной нагрузки, не менее 4 от плоскости пола	7,5	3,5
	2	не более 0,4 от покрытия	7,5	3,5

Размещение точечных тепловых ПИ. Таблица 2.5

Высота защищаемого помещения, м	Средняя площадь, контролируемая одним ПИ, м <sup>2</sup>	Максимальное расстояние, м	
		между извещателями	от извещателя до стены
до 3,5	до 25	5	2,5
свыше 3,5 до 6	до 20	4,5	2
свыше 6 до 9	до 15	4	2

Точечные тепловые ПИ следует располагать на расстоянии не менее 500 мм от теплоизлучающих светильников. При выборе для установки ПИ следует учитывать, что температура срабатывания максимальных и максимально-дифференциальных ПИ должна быть не менее чем на 20 °С выше максимально допустимой температуры воздуха в помещении.

Линейные тепловые ПИ (термокабель) следует прокладывать, как правило, совместно или в непосредственном контакте с пожарной нагрузкой. ПИ допускается устанавливать под перекрытием над пожарной нагрузкой в соответствии с табл. 2.6, при этом значения величин, указанных в таблице, не должны превышать соответствующих значений величин, указанных в технической документации изготовителя.

Расположение линейных тепловых ПИ (термокабелей). Таблица 2.6

Высота установки извещателя, м	Максимальное расстояние, м	
	между чувствительными элементами ПИ	от чувствительного элемента извещателя до стены
до 3,5	5	2,5
от 3,5 до 6	4,5	2,2
от 6 до 9	4	2

Извещатели пламени должны устанавливаться в помещениях, на покрытиях, стенах и других строительных конструкциях. Каждая точка защищаемой поверхности должна контролироваться как минимум двумя извещателями пламени. Ориентацию их на защищаемую поверхность рекомендуется производить с противоположных направлений. Контролируемую извещателем площадь помещения или оборудования следует определять, исходя из значения угла обзора извещателя и в соответствии с его классом по НПБ 72-98 или максимальной дальности обнаружения пламени конкретной пожарной нагрузки, указанной в технической документации.

Ручные ПИ следует устанавливать внутри и вне зданий и сооружений на стенах и конструкциях на высоте 1,5 м от уровня земли или пола в легкодоступных местах. Ручные ПИ нужно устанавливать на расстоянии:

- не менее 0,5 м от органов управления различным электрооборудованием (выключателей, переключателей и т.п.);
- не менее 0,75 м от различных предметов, мебели, оборудования и т.п.;

- в местах, удаленных от электромагнитов, постоянных магнитов и других устройств (это касается ПИ с магнитоуправляемым контактом);

- не более 50 м друг от друга внутри зданий;
- не более 150 м друг от друга вне зданий.

Обязательно ручные ПИ следует устанавливать на путях эвакуации, у выходов из помещения на лестничные клетки. Освещенность в местах их установки должна быть не менее 50 лк.

Газовые ПИ следует устанавливать в помещениях на потолке, стенах и других строительных конструкциях зданий и сооружений в соответствии с инструкцией по эксплуатации их.

## ***2.2. Основные функции и характеристики пожарных приемно-контрольных приборов***

В соответствии с классификацией приемно-контрольные приборы (ПКП) пожарной и охранно-пожарной сигнализации относятся к техническим средствам оповещения. Они предназначены для приема, преобразования, передачи, хранения, обработки и отображения поступающей информации и управления.

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

Технические средства оповещения по типу используемых приборов и устройств делятся на:

- а) приборы приемно-контрольные (ППК или ПКП) и
- б) приборы приемно-управляющие (ППУ).

**Прибор приемно-контрольный (ПКП)** – устройство, предназначенное для приема сигналов от пожарных, охранных извещателей, обеспечения электропитанием активных (токопотребляющих) пожарных и охранных извещателей, выдачи информации на световые, звуковые оповещатели и пульта централизованного наблюдения, а также формирования стартового импульса запуска прибора пожарного управления.

Основной элемент систем охранной, пожарной, охранно-пожарных сигнализаций может входить в систему пожаротушения для формирования сигнального импульса на прибор управления. При выборе марки прибора для конкретной системы необходимо ориентироваться на нормы, по которым прибор прошел сертификацию.

**Шлейфом сигнализации** (охранной, пожарной) называют электрическую цепь, соединяющую извещатели (охранные, пожарные), дополнительные элементы, подключаемые к приемно-контрольному прибору (ПКП).

**Неадресные ПКП** в зависимости от типов шлейфов делятся на: *приборы со знакопеременными* (Радуга, ППК 2) и *приборы со знакопостоянными* (ВЭРС-ПК) *шлейфами*.

**Адресный ПКП** пожарный – компонент адресной системы пожарной сигнализации (АСПС), предназначенный для приема адресных извещений по адресным сигнальным линиям о пожарном состоянии объекта и состоянии других компонентов АСПС, выработки сигналов пожарной тревоги или неисправности системы. Адресные ППК делятся на *адресно-аналоговые* и *адресно-цифровые*.

ПКП должны обеспечивать:

- 1) прием сигналов от ручных и автоматических ПИ с индикацией номера шлейфа, с которого поступил сигнал;



2) непрерывный контроль над состоянием шлейфа автоматической пожарной сигнализации (АПС) по всей длине, автоматическое выявление повреждения и сигнализацию о нем;

3) световую и звуковую сигнализацию о поступающих сигналах тревоги или повреждения;

4) различение принимаемых сигналов тревоги и повреждения;

5) автоматическое переключение на резервное питание при исчезновении напряжения основного питания и обратно с включением соответствующей сигнализации без выдачи ложных сигналов;

6) ручное включение любого шлейфа в случае необходимости;

7) подключение устройств дублирования поступивших сигналов тревоги и сигналов повреждения.

### ***Основные параметры ПКП***

1. ***Информационная емкость*** (изм. в единицах) – количество контролируемых шлейфов сигнализации. По количеству шлейфов ПКП делятся на *малую* (до 5 шлейфов), *среднюю* (6-20 шлейфов) и *большую* (более 20 шлейфов) *информационные емкости*.

2. ***Информативность*** (единицы) – количество видов сообщений. По этому параметру ПКП делятся на *малую* (2 вида сообщений), *среднюю* (3-5) и *большую* (более 5) *информативности*. Обязательным параметром в соответствии с принятым стандартом является выдача сообщений о нормальном режиме работы, повреждении (неисправности) и тревоге.

**Приемно-управляющий прибор (ППУ)** – это устройство, предназначенное для формирования сигналов управления автоматическими средствами пожаротушения (АСПТ), контроля над их состоянием, управлением световыми и звуковыми оповещателями, а также различными информационными табло и *мнемосхемами\** (по НПБ 75). Запуск ППУ осуществляется от стартового импульса, формируемого

ПКП. ППУ осуществляет прием информации от ПИ, включение местных устройств сигнализации, пуск автоматических установок пожаротушения, дымоудаления, взрывоподавления и выдачу информации на концентратор или оконечное устройство системы передачи сообщений.

*\*Мнемосхема* – представляет собой наглядное графическое изображение функциональной схемы управляемого объекта (облегчает оператору запоминание хода технологического процесса, назначения различных приборов и органов управления, а также способов действия при различных режимах работы объектов).

### **3. Раздел. АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

#### **3.1. Автоматические установки водяного и пенного пожаротушения**

Система пожаротушения должна выполнять всего две функции:

- обеспечение сохранности жизни и здоровья людей;
- обеспечение сохранности материальных ценностей.

Однако существующие типы систем пожаротушения выполняют эти функции с различной эффективностью: Таблица 3.1

Тип установки пожаротушения	Обеспечение сохранности жизни и здоровья людей	Обеспечение сохранности материальных ценностей
Водяное	✓	--
Пенное	--	--
Газовое	--	✓
Порошковое	--	--
Аэрозольное	--	--
Тонкораспыленная вода (ТРВ)	✓	✓

Наибольшее распространение в настоящее время получили автоматические системы водяного пожаротушения, которые находятся в ценовом интервале между системами газового пожаротушения и системами порошкового пожаротушения. Их применяют на больших площадях для защиты торговых и многофункциональных центров, административных зданий, спортивных комплексов, гостиниц, предприятий, гаражей и автостоянок, банков, объектов энергетики, военных объектов и объектов специального назначения, складов, жилых домов и коттеджей.

Вода является наиболее широко применяемым средством тушения пожаров, связанных с горением различных веществ и пожаров. Достоинством воды является ее дешевизна и доступность, относительно высокая удельная теплоемкость,

высокая скрытая теплота испарения, химическая инертность по отношению к большинству веществ и материалов. Вода является эффективным охлаждающим агентом; широко применяется для защиты от возгорания объектов соседних с горящим. Автоматические установки водяного пожаротушения в зависимости от типа оросителей подразделяют на следующие виды:

- **Спринклерные** – установки, в которых применяются спринклерные оросители – оросители (распылители), оснащенные тепловым замком.

- **Дренчерные** – установки, в которых применяются дренчерные оросители – оросители с открытым выходным отверстием.

Автоматические установки водяного спринклерного пожаротушения в зависимости от температуры воздуха в защищаемом помещении (объеме) подразделяются на следующие наиболее часто применяемые виды:

*Водозаполненные* – используются в помещениях с минимальной температурой воздуха 5 °С и выше. В данных системах (установках) все трубопроводы заполнены водой или водным раствором. Такие системы применяются на большинстве объектов.

*Воздушные* – используются в неотапливаемых помещениях зданий (например, склады, ангары, автостоянки) с минимальной температурой ниже 5 °С.

Такие системы (установки) строятся с учетом следующего:

- Подводящий трубопровод (трубопровод насосной станции) заполнен водой или водным раствором, все остальные трубопроводы заполняются сжатым воздухом или азотом.

- Спринклерные оросители устанавливаются только вверх розеткой.

- Насосная станция должна находиться в отапливаемом помещении.

• Элементами насосной станции помимо стандартных элементов (как для водозаполненной установки пожаротушения) являются:

- сухой (водовоздушный) клапан (узел управления);
- компрессор;
- оборудование для контроля и поддержания воздушного давления.

Инициализация (срабатывание) автоматических систем (установок) спринклерного пожаротушения происходит от срабатывания тепловых замков оросителей непосредственно над зоной возгорания.

Ниже приведен один из алгоритмов работы спринклерной установки пожаротушения.

В дежурном режиме (до возникновения пожара) все трубопроводы установки, включая подводящие, питающие и распределительные трубопроводы спринклерных секций, заполнены водой и находятся под давлением, которое поддерживает жockey-насос, включаемый и выключаемый электроконтактными манометрами.

При возникновении пожара вскрываются спринклерные оросители над очагом пожара. В результате этого давление в системе питающих и распределительных трубопроводов падает, открывается клапан узла управления, и вода из кольцевого пожарного водопровода подается на очаг пожара. Срабатывает сигнализатор давления в обвязке узла управления спринклерной секции. Выдается сигнал «Пожар», поступающий в систему автоматической пожарной сигнализации.

Расход ОТВ (огнетушащее вещество) через спринклерные оросители приводит к снижению давления в **кольцевом пожарном водопроводе** и срабатыванию электроконтактных манометров на напорном коллекторе насосной станции, которые выдают сигнал на запуск основного насоса. Включается основной насос, который забирает воду из резервуара с водой для пожаротушения, он поддерживает в сети трубопроводов необходимые давление и расход ОТВ. В случае, если основной

насос не срабатывает либо не выходит на расчетную мощность в течение 10 секунд, то автоматически запускается резервный насос.

На питающем трубопроводе после каждого узла управления устанавливаются сигнализаторы потока жидкости, с которых снимается сигнал контроля подачи огнетушащего вещества (ОТВ).

В отличие от спринклерных **систем пожаротушения** оросители дренчерных установок не имеют тепловых замков, и, соответственно, такие системы запускаются от внешних систем обнаружения пожара: **автоматических установок пожарной сигнализации**, датчиков технологического оборудования и других побудительных систем.

Ниже приведен один из алгоритмов работы **дренчерных завес**.

Пуск дренчерных завес производится при условии, что ручная задвижка завесы открыта, по сигналам:

- автоматически, при сработке двух пожарных извещателей в одном из пожарных отсеков вблизи соответствующей секции в системе автоматической адресно-аналоговой пожарной сигнализации (сигнал об открытии электромагнитного клапана в дренчерных секциях подается от АПС);

- от кнопки дистанционного пуска дренчера в помещении охраны.

Таким образом, **автоматические установки водяного пожаротушения** являются наиболее применяемыми и распространенными (достаточно дешевыми) в настоящее время системами, не требующими срочной эвакуации персонала.

### ***Автоматические установки пенного пожаротушения***

Наибольшее распространение установки пенного пожаротушения получили в энергетике и таких отраслях промышленности, как нефтедобывающая, химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая и металлургическая.

Установки пенного пожаротушения отличаются от водяных наличием устройств получения пены (оросители, пеногенераторы), а также наличием в установке пенообразователя и системы его дозирования. Остальные элементы и узлы по устройству аналогичны установкам водяного пожаротушения.

Выбор дозирующего устройства в установках пенного пожаротушения осуществляется в зависимости от конкретных особенностей защищаемого объекта, системы водоснабжения и типа установки (спринклерная или дренчерная). В настоящее время системы дозирования пенообразователя проектируют по двум основным схемам: с заранее приготовленным раствором пенообразователя и с дозированием пенообразователя в поток воды с помощью насоса-дозатора с дозирующей шайбой или с помощью эжектора-смесителя. Принцип работы пенной АУП с заранее приготовленным раствором пенообразователя заключается в следующем. Электрический импульс от щита управления подается на включение двигателя насоса подачи раствора и узла управления. Насос забирает раствор из резервуара (задвижка насоса \*нормально открыта), подает его в напорную линию и далее в распределительную сеть. Для периодического перемешивания раствора служит линия с \*нормально закрытой задвижкой. Пенные АУП с заранее приготовленным раствором пенообразователя и заполненными им трубопроводами менее инерционны, но вместе с тем имеют ряд существенных недостатков:

- срок хранения раствора пенообразователя значительно меньше срока хранения концентрированного пенообразователя;
- строительство резервуара для хранения пенообразователя является нерентабельным, если есть пожарный водопровод, который может обеспечить необходимый для пожаротушения расход воды;

- при использовании резервуаров большой емкости утилизация раствора пенообразователя значительно усложняется;
- пенообразователь не должен контактировать с бетоном, что требует покрытия внутренней поверхности железобетонных резервуаров эпоксидными мастиками. Это приводит к удорожанию установки и усложнению строительных и монтажных работ.

\*Нормально закрытые задвижки открываются только при штатном напряжении, а когда электропитание не поступает, они закрыты; \*нормально открытые задвижки находятся в открытом состоянии, если электрическое напряжение отсутствует.

По указанным причинам в установках, требующих небольших объемов раствора пенообразователя, рационально иметь емкость с подготовленным раствором. В установках, требующих больших расходов огнетушащего вещества, более целесообразно хранить концентрированный пенообразователь и воду отдельно и использовать для их смешения дозирующие устройства. В России оросители и узлы управления для водяных и пенных АУП выпускаются ЗАО ПО «Спецавтоматика» (г. Бийск Алтайского края) и фирмой «Лакита» (г. Москва). Широко представлены на российском рынке оросители и узлы управления зарубежных фирм VIKING и Grinnell.

- **Возможные способы пожаротушения:** объемный, поверхностный и локальный способы пожаротушения.
- **Применение установки оправданно:**

Используют преимущественно в нефтехимической промышленности для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, в резервуарах горючих веществ и нефтепродуктов, расположенных как внутри, так и вне зданий, а также авиационных ангаров, складов растворителей, спиртов, отдельно стоящих аппаратов



трансформаторов, трюмов кораблей, кабельных тоннелей и др. Общая информация: СНиП 2.04.09-84.

- **Использование установки неэффективно:**

Не желательно использовать для тушения веществ, которые выделяют при контакте с пеной вредные вещества.

### ***3.2. Автоматические установки газового и порошкового пожаротушения***

В качестве огнетушащего вещества в последнее время все чаще используются современные хладоны, газовый состав «Инерген» и другие газы, образующие среду, пригодную для дыхания во время эвакуации людей (тем не менее, при большой концентрации вещества людей необходимо эвакуировать). Технология тушения газом требует, чтобы помещение было герметично закрыто. При хранении газа необходим шадящий температурный режим и контроль над утечкой, чтобы в нужный момент баллоны не оказались пустыми.

По способу тушения АУГПТ делятся на установки *объемного* и *локального* пожаротушения.

При *объемном* пожаротушении огнетушащее вещество распределяется равномерно, и создается огнетушащая концентрация во всем объеме помещения.

Способ *локального* тушения основан на концентрации огнетушащего вещества в опасном пространственном участке помещения и применяется для тушения пожаров отдельных агрегатов и оборудования. Устройство установки локального тушения аналогично устройству установки объемного тушения. Однако разводка их распределительных трубопроводов выполняется не по всему помещению, а непосредственно над пожароопасным оборудованием.

По способу пуска установки газового пожаротушения делятся на установки с *электрическим* и *пневматическим* пуском.

По способу хранения газового огнетушащего состава (ГОС) АУГПТ подразделяются на *централизованные* и *модульные* установки.

**Централизованными** АУГПТ называются установки, содержащие батареи (модули) с ГОС, размещенные в станции пожаротушения и предназначенные для защиты двух и более помещений. Основными объектами, на которых применяются установки газового пожаротушения, являются:

- электропомещения (трансформаторы напряжением более 500 кВ; кабельные тоннели, шахты, подвалы и полуэтажи);
- маслоподвалы металлургических предприятий;
- гидрогенераторы и генераторы с водородным охлаждением ТЭЦ и ГРЭС (если используется технологическая двуокись углерода);
- окрасочные цеха, склады огнеопасных жидкостей и лакокрасочных материалов;
- моторные и топливные отсеки кораблей, самолетов, тепловозов и электровозов;
- лабораторные помещения, где используется большое количество огнеопасных жидкостей;
- склады ценных материалов (на пищевых складах следует применять азот и двуокись углерода);
- контуры теплоносителей АЭС (жидкий азот);
- склады меховых изделий (переохлажденная двуокись углерода);
- помещения вычислительных центров, машинные залы, пульта управления и др. (в основном хладон);
- склады пиррофорных материалов и помещения с наличием щелочных металлов (жидкий азот);
- библиотеки, музеи, архивы (в основном хладоны и двуокись углерода);

- ледогрунтовые хранилища замороженного газа (хладон);
- прокатные станы для получения изделий из лития, магния и т.д. (аргон).

В установках газового пожаротушения согласно НПБ 88-2001\* применяются следующие газовые огнетушащие вещества (ГОТВ):

- двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ );
- хладон 23 ( $\text{CF}_3\text{H}$ );
- хладон 125 ( $\text{C}_2\text{F}_5\text{H}$ );
- хладон 218 ( $\text{C}_3\text{F}_8$ );
- аргон (Ar);
- хладон 227 ( $\text{C}_3\text{F}_7\text{H}$ );
- хладон 318Ц ( $\text{C}_4\text{F}_8\text{H}$ );
- шестифтористая сера ( $\text{SF}_6$ );
- азот( $\text{N}_2$ );
- инерген: (азот 52 % (об.), аргон – 40 % (об.), двуокись углерода – 8 % (об.)).

Также разрешены к применению регенерированные газовые огнетушащие составы-хладоны R14B2 (тетрафтордибромэтан –  $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ ) и R13B1 (трифторбромметан –  $\text{CF}_3\text{Br}$ ).

В России установки газового пожаротушения производят ЗАО «АРТСОК», ЗАО «Московский экспериментальный завод Спецавтоматика», ТОО НПО «Пожарная автоматика сервис», ЗАО НПК «Противопожарная автоматика», ООО НПП «Скат», ООО «Технос-М+» Нижегородский филиал, ЗАО «Спецпожинжиниринг», ООО «Внедренческая фирма «Аспект».

- **Возможные способы пожаротушения:**  
в основном, объемный способ пожаротушения.

- **Применение установки оправданно:**

Для ликвидации пожаров классов А, В и С по ГОСТ 27331 и возгораний электрооборудования под напряжением. Применяются для защиты вычислительных центров, телефонных узлов, библиотек, архивов, музеев, деньгохранилищ, ряда

складов в закрытых помещениях, а также камер окраски, пропитки и сушки и др. Общая информация: НПБ 22-96.

- **Использование установки неэффективно:**

Не применяют для тушения пожаров материалов, склонных к горению без доступа воздуха, самовозгоранию и (или) тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука, пенящаяся резина и др.), а также металлов (натрий, калий, магний, титан и др.), гидридов металлов и пирофорных веществ.

### *Автоматические установки порошкового пожаротушения*

За последние годы порошковое пожаротушение получило самое широкое применение в мировой практике, и в настоящий момент 80 % огнетушителей являются порошковыми.

К достоинствам таких огнетушителей относится высокая огнетушащая способность, универсальность, возможность тушить электрооборудование под напряжением, значительный температурный предел применения, отсутствие токсичности, относительная долговечность по сравнению с другими огнетушащими веществами, простота утилизации. Огнетушащая способность порошков в несколько раз выше, чем у таких сильных ингибиторов горения, как хладоны. Установки порошкового пожаротушения применяются для локализации и ликвидации пожаров классов А, В, С и электрооборудования. Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками. В состав порошков также входят специальные добавки, которые препятствуют комкованию и слеживаемости порошка.

В настоящее время существуют радиоканальные модульные системы порошкового пожаротушения, для монтажа которых не требуется прокладка кабельных линий, что облегчает установку системы на эксплуатируемом объекте или там, где закончена чистовая отделка.

## **Некоторые модели порошковых АУП и их конструктивные особенности**

Модуль МПП-100 (ООО НТК «Пламя») – это высокоэффективное средство автоматического пожаротушения нового поколения, которое может функционировать (в зависимости от комплектации) как в автоматическом, так и в автономном (самосрабатывающем энергонезависимом) режиме. Различные варианты исполнения модуля МПП-100 (температура эксплуатации, взрывозащищенное исполнение и т.д.) позволяют устанавливать его почти на всех объектах, подлежащих защите в соответствии с требованиями НПБ 110-03. Площадь, защищаемая одним модулем МПП-100, составляет 40 м<sup>2</sup>. Модульные установки порошкового пожаротушения МПП «Буран-3М» (компания «Эпотос») предназначены для тушения и локализации пожаров твердых горючих материалов, горючих жидкостей и электрооборудования до 5000 В и, в зависимости от марки порошка, в производственных, складских, бытовых помещениях площадью до 42 м<sup>2</sup>. Установки можно объединять в сеть произвольной конфигурации для тушения пожара в помещении любой площади.

Способ тушения локальный. Электропуск осуществляется импульсом тока не менее 100 мА, длительностью 0,1 с. Модуль порошкового пожаротушения МПП (Н)-4-КД-1-ГЭ (фирма «Факел») предназначен для тушения пожаров классов А, В, С и электроустановок под напряжением до 1000 В в промышленных, складских, административных помещениях, гаражах и т.д. Масса огнетушащего порошка – 3,5 кг. Вытеснение порошка обеспечивается при срабатывании генератора низкотемпературного газа по команде теплового пожарного извещателя. Модуль порошкового пожаротушения «Импульс-6" (разработка физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, изготовитель ООО «СПБ») состоит из корпуса, содержащего огнетушащий порошок, источника рабочего газа (газогенерирующий элемент) и электровоспламенителя.

Срабатывание модуля происходит от электрического импульса, подаваемого на электроды электровоспламенителя. Пуск в действие модуля может осуществляться автоматически, от источника электропитания с помощью специальных термочувствительных элементов или вручную. Масса огнетушащего порошка – 5,5 кг, защищаемая площадь – 20 м<sup>2</sup>.

- **Возможные способы пожаротушения:**

Объемный, локальный и поверхностный способ пожаротушения.

- **Применение установки оправданно:**

Ликвидация пожаров классов А, В, С, D, в частности, при тушении проливов горючей жидкости или утечке газов из установок, расположенных на открытом воздухе или в помещении, а также нефтеналивных и перекачивающих сооружений, авиационных ангаров и т.п. Эффективны при тушении электроустановок под напряжением и загорания щелочных металлов и металлоорганических соединений. Общая информация о применении порошковых установок импульсного действия: НПБ 56-96.

- **Использование установки неэффективно:**

Не применяют для тушения материалов, способных гореть без доступа воздуха, а также горючих материалов, склонных к самовозгоранию или тлению внутри слоя, изделий из древесины при высоких значениях пожарной нагрузки, водорода.

Недостатки порошковых систем пожаротушения: обладают прямым ингаляционным воздействием на человека, запрещена работа автоматических установок порошкового пожаротушения в помещениях с системами противодымной вентиляции.

### **3.4. Автоматические установки аэрозольного пожаротушения**

В России в качестве огнетушащих веществ, альтернативных хладонам, достаточно широкое распространение получила новая разновидность средств объемного пожаротушения – твердотопливные аэрозолеобразующие огнетушащие составы (АОС) и автоматические установки аэрозольного пожаротушения (АУАП) на их основе. АУАП – установки пожаротушения, в которых в качестве огнетушащего вещества (ОВ) используется аэрозоль, получаемый при горении АОС.

В качестве огнетушащего вещества используют тонкодисперсный порошок, который образуется в результате горения аэрозолеобразующего состава. Их по понятным причинам нельзя применять в помещениях взрывоопасных категорий. Из-за повышения температуры, давления газовой среды и резкого уменьшения видимости люди должны заблаговременно, еще до включения генератора аэрозоля, покинуть помещение. Впрочем, сам по себе аэрозоль вредного воздействия на кожу человека и его одежду не оказывает, а его огнетушащая способность велика.

В состав аэрозоля входят инертные газы и высокодисперсные твердые частицы с величиной дисперсности, не превышающей 10 мкм. Основным элементом АУАП являются генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) различных модификаций. В их корпусе размещается заряд специального состава, выделяющий при горении аэрозолеобразующий огнетушащий состав, и пусковое устройство, служащее для приведения генератора в действие.

По способу приведения в действие ГОА подразделяются на *генераторы с автономным действием и электрическим пуском*. В АУАП применяется только электрический пуск, местный пуск АУАП не допускается. При проектировании установок ГОА должны быть приняты меры, исключающие

возможность возникновения загораний от их применения. В последнее время были разработаны и приняты в производство модификации генераторов так называемого холодного аэрозоля. К ним относятся генераторы серии МАГ и некоторые генераторы серии «Пурга» (ФЦДТ «Союз»), «Габар» (ИЧП «Габар»), ГОА 40-72 (фирма «Интертехнолог»), ОСА (ООО НПФ «НОРД ЛТД»), АГС (АО «Гранит»), ряд модификаций генераторов серии «Вьюга» (ЦНКБ), «Теслат» (СКТБ «Технолог»), «Допинг» (фирма «Эпо-тос+»), ОП-517 (ИВЦ «Техномаш») и др.

- **Возможные способы пожаротушения:**

Ликвидация пожаров класса А2 и класса В, а также локализации пожаров подкласса А1 по ГОСТ 27331. Чаще всего применяют для тушения пожаров электротехнического оборудования и других энергетических объектов, для защиты транспортных средств, маслохозяйств, транспортных отсеков судов и т.д.

- **Использование установки неэффективно:**

Не обеспечивают полного прекращения горения волокнистых, пористых и других горючих материалов, склонных к самовозгоранию и (или) тлению внутри слоя; технических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха; гидридов металлов и пирофорных веществ; порошков металлов (магний, титан, цирконий и т.д.).

### ***3.5. Автоматические установки пожаротушения тонкораспыленной водой***

Различные способы пожаротушения позволяют наиболее эффективно использовать один из них в конкретных условиях. При выборе способа необходимо руководствоваться следующими требованиями:



1. Высокая эффективность пожаротушения для конкретных материалов и помещений.
2. Минимальность воздействия на материалы и возможность полного устранения этого воздействия впоследствии.
3. Экологическая чистота и возможность присутствия людей при пожаротушении.
4. Дешевизна огнетушащего вещества.
5. Удобство и простота обслуживания системы при ее компактности.
6. Отсутствие жестких требований по степени герметичности защищаемых помещений.
7. Оптимальность системы для ее проектирования и монтажа.

Ни один из традиционных способов не отвечает большинству основных требований к системам пожаротушения, приведенным выше. Вот почему во всем мире в последние годы интенсивно разрабатываются новые технологии пожаротушения с использованием тонкораспыленной воды (ТРВ) (по англоязычной терминологии «Hi-Fog»). В ней заложен иной принцип тушения водой: не создание на материале слоя воды, а ввод мелких капель непосредственно в пламя и на поверхность с последующим полным испарением их и, тем самым, равномерное охлаждение поверхности.

Преимущества ТРВ становятся очевидными при диаметре капель менее 300мкм, когда, кроме съема тепла от пламени и поверхности горящего материала, при испарении мелких капель выделяется большое количество пара, что уменьшает объемную концентрацию кислорода; и тем самым дополнительно подавляет горение. Мелкие капли сильно экранируют тепловое излучение пожара и не позволяют развиваться новым очагам. Это позволяет локализовать очаг, что не достигается ни одним другим способом пожаротушения. Необходимо также отметить следующие важные преимущества ТРВ перед традиционными водяными системами:

1) возможность эффективно тушить легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), что невозможно для традиционных водяных систем из-за разбрызгивания ЛВЖ при их использовании и тем самым увеличения площади пожара;

2) возможность тушения электроустановок под напряжением 36000 В с расстояния 1 м.

Дополнительное экологическое преимущество ТРВ, не свойственное другим огнетушащим средствам, заключается в способности облака распыленной воды поглощать (адсорбировать) сажу, угарный газ (СО) и другие вредные газы и мелкие частички. Поэтому люди могут находиться в помещении в течение всего времени тушения ТРВ и осуществлять спасение и эвакуацию ценных предметов.

Автоматические установки водяного пожаротушения имеют один существенный недостаток – неэффективное использование струи воды, направленной в очаг горения. Воды затрачивается гораздо больше, чем требуется непосредственно на тушение, так как часть струи стекает с горящих предметов, вследствие чего происходят пролив воды, порча материальных ценностей и другие неприятные последствия. Одним из простых и надежных путей устранения этого недостатка, а также повышения огнетушащей способности воды является применение при пожаротушении тонкораспыленной воды (ТРВ).

Применяют установки пожаротушения ТРВ как *модульного*, так и *централизованного* типа.

Область использования установок пожаротушения ТРВ модульного типа ограничена небольшими помещениями из-за их высокой стоимости.

Наиболее перспективным является применение централизованных установок пожаротушения ТРВ. Их отличает высокая эффективность тушения и локализации пожара, что подтверждено огневыми испытаниями на модельных очагах пожара, время работы – 30 минут, низкий расход воды, абсолютная безопасность для людей и автомобилей при тушении или ложном срабатывании, конкурентная стоимость.

Мельчайшие частички воды обладают высокой проникающей и дымоосаждающей способностью, что усиливает огнетушащий эффект. Получают тонкораспыленную воду за счет значительного повышения давления на распылителях, перегрева воды и других средств.

Тонкораспыленной называют воду, полученную в результате дробления водяной струи на капли, со среднеарифметическим диаметром до 150 мкм. Автоматические установки пожаротушения тонкораспыленной водой могут быть как стационарными, так и модульными. В основном они применяются для поверхностного и локального (по поверхности) тушения очагов пожара классов А и В.

В последнее десятилетие началось применение установок пожаротушения тонкораспыленной водой, диаметр большинства капель которой составляет не менее 100 мкм. Они наиболее эффективны для тушения загораний водонерастворимых нефтепродуктов с температурой кипения ниже 100 °С. Такие установки применяются для пожаротушения в помещениях по всей расчетной площади, если их негерметичность не превышает 3 %. В ряде случаев с помощью тонкораспыленной воды (диаметр капель от 50 до 70 мкм) можно осуществлять пожаротушение объемным способом. ООО «ГорПожБезопасность» разработаны и промышленно выпускаются специальные спринклерные оросители для тонкораспыленной воды «Аквамастер». В НИИ низких температур при МАИ создан ряд спринклерных и дренчерных мелкодисперсных оросителей, предназначенных для тушения пожаров классов А и В в замкнутых и полузамкнутых объемах.

В России рядом организаций (НПК «Пламя» – г. Реутов Московской обл., НПФ «Безопасность» – г. Санкт-Петербург; НИИИТ – г. Москва; Федеральный центр двойных технологий «Союз» – г. Дзержинский Московской обл.; ЗАО МЭЗ «Спецавтоматика» – г. Москва и др.) были разработаны перспективные технологии получения тонкораспыленной воды для целей пожаротушения. На западе наибольшего успеха в

создании аналогичных АУП добились фирмы Marioff Corporation Oy (Финляндия) (системы типа HI-FOG) и Securi-Plex (Великобритания), установки которых успешно прошли испытания в центре FMRS (США). Сравнительный анализ зарубежных и отечественных разработок показывает, что некоторые отечественные АУП значительно эффективнее зарубежных. Их расчет и проектирование производится на основе нормативно-технической документации предприятий-изготовителей.

- **Возможные способы пожаротушения:** поверхностный и объемный.
- **Применение установки оправданно:** для ликвидации пожаров классов А и В. Защита складов, универмагов, помещений производства горючих натуральных и синтетических смол, пластмасс, резиновых технических изделий, кабельных каналов, гостиниц и т.д. Тонкораспыленная вода может применяться для тушения загораний водонерастворимых нефтепродуктов с температурой кипения ниже 100 °С. Общая информация: СНиП 2.04.09-84.
- **Использование установки неэффективно:** воду нельзя использовать для тушения веществ, которые выделяют при контакте с ней тепло, горючие, токсичные или коррозионно-активные газы. К таким веществам относятся некоторые металлы и металлоорганические соединения, карбиды и гидриды металлов, горячие уголь и железо. Водяные установки неэффективны для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с температурой вспышки менее 90 °С.

Вода остаётся самым безопасным средством пожаротушения в помещениях с **массовым пребыванием людей**. Система пожаротушения тонкораспыленной водой становится самым эффективным способом пожаротушения в **любых помещениях** (см. табл. в Приложениях).

### **3.6. Особенности построения модульных установок пожаротушения**

*Модули пожаротушения* (самосрабатывающие огнетушители) используются во всех современных системах пожаротушения. Автономные, надежные модули пожаротушения лучше, что сможет защитить ваше имущество.

Модули пожаротушения бывают разных видов и назначений: взрывозащищенные модули, газовые модули, порошковые модули, и другие автономные системы пожаротушения и их сопутствующие товары.

**Модульные установки пожаротушения** — современные установки, предназначенные для создания комплексных автоматических систем противопожарной защиты производственных площадок и помещений различного назначения, ограниченных объемов и площадей. Данные установки призваны заменить автоматические установки пожаротушения (АУП), внедренные во многих отраслях народного хозяйства.

**Преимущества систем автоматического пожаротушения модульного типа:**

- быстрота и гибкость монтажа;
- универсальность;
- компактность;
- возможность быстрого расширения и перемонтажа системы противопожарной автоматики с минимальными затратами времени и средств;
- легкая стыковка нескольких модулей, возможность быстрой организации совместной работы нескольких модулей при необходимости тушения пожара на одном или на нескольких объектах;
- возможность подобрать оптимальное решение под конкретные потребности.

## **Устройство и принцип работы автоматических противопожарных систем модульного типа**

Модульная система пожаротушения включает в себя емкость с огнетушащим веществом объемом 5-250 кг, распылители, запорно-пусковое устройство, распределительную сеть. Запорно-пусковое устройство может комплектоваться газовым баллоном или электрическим приводом.

Емкости с огнетушащим веществом, входящие в состав модуля, могут поставляться в двух вариантах:

- находящиеся в дежурном состоянии под избыточным давлением рабочего газа;
- находящиеся нормально под атмосферным давлением. В последнем случае, рабочий газ противопожарной установки содержится в отдельных баллонах под давлением до 15 МПа.

По принципу запуска модульные установки противопожарной автоматики подразделяются на:

- установки с общим централизованным источником рабочего газа для всей системы модулей;
- установки с автономными источниками рабочего газа для каждого модуля.

При использовании автономного источника для каждого модуля, при пожаре может производиться как выборочный запуск определенных модулей, так и автоматический одновременный запуск всех модулей. Если модульная установка защищает несколько объектов, то система может комплектоваться распределительными клапанами, обеспечивающими доставку огнетушащих веществ к месту регистрации возгорания.

Если планируется одновременный запуск всех модулей противопожарной защиты, команда на тушение возгорания подается дымовыми, световыми или тепловыми извещателями. В комплект поставки модулей входят также устройства автоматической пожарной сигнализации.

При необходимости выборочного автоматического запуска определенного модуля используются

термомеханическая тросовая система или спринклеры. Иногда для выборочного запуска модулей используется система пожарной сигнализации с различными типами датчиков возгорания.

В случае использования термомеханической тросовой системы, она монтируется обычно на магистральном трубопроводе, в зоне действия ближайших распылителей. Общее число распылителей для защиты каждого объекта определяется расчетом.

**Область применения модульных установок автоматического пожаротушения:**

- тушение пожаров класса А, Б, С;
- тушение пожаров на электроустановках, номинальным напряжением до 1000 В.

Модульные установки целесообразно применять при организации противопожарной защиты станции регенерации масла и машинных отделений электростанций, вычислительных центров и серверных, подсобных и складских помещений, хранилищ сжиженных газов, станций по перекачке легковоспламеняющихся жидкостей и горючих газов, прочих объектов.

Обычно, каждый модуль предназначен для заправки одним определенным типом огнетушащего вещества. Сегодня стали выпускаться универсальные модули, предназначенные для зарядки различными типами огнетушащих веществ.

## **4. Раздел. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ПОДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВОВ**

### **4.1. Методы взрывозащиты**

Взрыв горючей среды внутри оборудования и производственных помещений является одной из наиболее опасных для предприятия аварийных ситуаций. Взрывы в производственных помещениях часто являются следствием предшествующих им взрывов в оборудовании. Поэтому взрывозащита технологического оборудования – это одна из главных задач при обеспечении взрывобезопасности производств. Под *взрывозащитой технологического оборудования* понимается предупреждение его разрушения вследствие воспламенения находящихся в нем пара или пылегазовых смесей.

Для предотвращения возникновения взрыва разработан комплекс конструктивных и профилактических мероприятий, предполагающих, главным образом:

1) исключение возможности образования взрывоопасных смесей, воспламенения горючих газов, пылей и паров горючих жидкостей;

2) снижение уровня опасных концентраций с помощью систем вентиляции, продува и разбавления газовых сред в целях вывода состава смеси за пределы возможного воспламенения. Предусматриваются также меры, не допускающие взрывоопасное исполнение агрегатов, двигателей, электросистем и других технических устройств. В тех случаях, когда указанных мер недостаточно, применяют способы нейтрализации пожаро- и взрывоопасной среды путем введения нейтральных газов и другие профилактические приемы и методы.



Существуют, однако, такие специфические устройства и такие виды производства, где применение конструктивных и профилактических мер не позволяет полностью исключить опасность возникновения взрыва. Особые условия ведения технологических процессов требуют применения *активных способов взрывозащиты*. К таким способам относятся автоматические системы локализации и подавления взрывов, основанные на быстрой регистрации очага воспламенения и последующем воздействии на него огнетушащим веществом. Возможность широкого внедрения таких систем обусловлена большими достижениями отечественной науки в области точной механики и полупроводниковой техники и современной химии, позволяющими создавать высокочувствительные датчики температуры, давления, излучения, а также высокоэффективные ингибиторы и флегматизаторы горения.

Основные принципы, на которых базируются системы автоматической локализации и подавления взрывов, сводятся к отдельному или совместному выполнению комплекса технических мероприятий:

- аварийной разгерметизации технологического оборудования в целях ограничения давления в аппаратах в пределах допустимых значений;
- блокированию аварийного оборудования от смежных технологических аппаратов, обеспечивающему исключение пожара и взрыва в смежных аппаратах;
- активному подавлению взрыва в аппарате путем воздействия огнетушащего вещества на пламя в зоне взрыва.

Системы локализации взрывов предназначены для защиты от разрушения технологического оборудования путем аварийной его разгерметизации, сброса избыточного давления в атмосферу или перепуска технологического продукта в аварийные емкости, отсечения пламени в транспортных коммуникациях, а также блокирования аварийного производственного участка. Структурная схема такой системы приведена на рис. 4.1.

Принцип действия системы локализации взрыва заключается в обнаружении аварийного состояния датчиком 1, усилении сигнала усилителем 2 и подачи исполнительным органом 3 управляющего импульса 4 в устройства разгерметизации 5, инертизации 6 и блокирования 7.

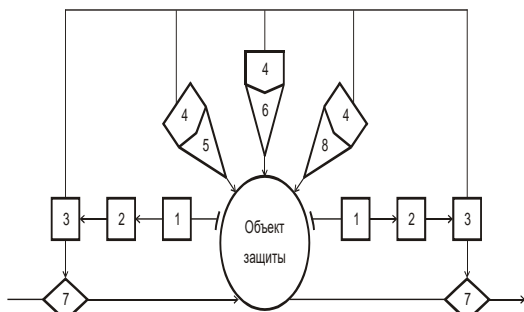


Рис. 4.1. Структурная схема автоматической системы взрывозащиты

При наличии совмещенной установки пожаротушения 8 запуск последней осуществляется либо от управляющего импульса, либо дистанционно оператором.

Устройства разгерметизации в системе обеспечивают создание в аппарате проходного сечения для сброса избыточного давления, образующегося при взрыве внутри технологического аппарата. В этом случае давление в аппарате не должно превышать допустимое значение  $p$ , при котором происходит его механическое разрушение. Объем газов во внутреннем объеме аппарата  $V$  в момент взрыва зависит от объема аппарата  $V_0$ , объема газов, образующихся при взрыве  $\Delta V_{\Gamma}$ , и количества газов, истекающих через разгерметизирующее отверстие:

$$V = V_0 + \Delta V_{\Gamma} - \Delta V_{\text{ист}}. \quad (4.1)$$

При горении большинства взрывоопасных смесей в замкнутом объеме скорость перемещения фронта пламени изменяется от максимальной величины  $u_{\text{max}} = \varepsilon u$ , соответствующей скорости горения в начальный период расширения газа, когда давление в объеме остается

практически неизменным, до  $u_{\min} = u_n$  при сгорании смеси в конце взрыва у стенок сосуда. Тогда

$$\Delta V_{\Gamma} = \frac{4}{3} \pi v_n^3 \varepsilon^3 \Delta t (\varepsilon - 1), \quad (4.2)$$

где  $v_n$  – нормальная скорость горения;  $t$  – время, за которое образуется при взрыве в аппарате объем газов  $V_{\Gamma}$ ;  $\varepsilon$  – степень расширения продуктов горения.

Объем газов, истекающих через разгерметизирующее отверстие в единицу времени, определяется по формуле

$$\frac{\Delta V_{\text{ист}}}{\Delta t} = \varphi F v \geq \frac{\Delta V_{\Gamma}}{\Delta t}, \quad (4.3)$$

где  $V_{\text{ист}}$  – объем газов, истекающих из аппарата за время  $t$ ;  $\varphi$  – коэффициент расхода;  $F$  – площадь разгерметизирующего отверстия;  $v$  – скорость истечения газов.

Расчетная площадь проходного сечения разгерметизирующего отверстия определяется из уравнения (4.3):

$$F = \frac{\Delta V_{\Gamma}}{\Delta t \varphi v}. \quad (4.4)$$

Время  $t$  принимается равным:

$$\Delta t = t_{p_{\max}} - t_{\text{разг}}, \quad (4.5)$$

где  $t_{p_{\max}}$  – время достижения максимального давления взрыва;  $t_{\text{разг}}$  – время с момента инициирования взрыва до разгерметизации аппарата.

На практике при расчете площади разгерметизирующего отверстия в формулу (4.5) вводится поправочный коэффициент запаса

$$f = kF, \quad (4.6)$$

где  $f$  – площадь разгерметизирующего отверстия;  $k$  – коэффициент запаса, ориентировочно равный 1,5 – 4.

Устройства разгерметизации по принципу действия подразделяются на пассивные (неуправляемые) и активные (управляемые). К устройствам пассивной разгерметизации относятся: *предохранительные клапаны, мембраны и разрывные втулки.*

Предохранительные клапаны являются устройствами многократного действия и при срабатывании не разрушаются.

Предохранительные мембраны при срабатывании разрушаются при повышении давления в аппарате на заданную по условиям безопасности величину. В зависимости от условий работы технологического оборудования предпочтительны следующие отношения давления разрушения предохранительных мембран к рабочему давлению:

к постоянному рабочему давлению	1,5;
к слабо пульсирующему рабочему давлению	1,75;
к сильно пульсирующему рабочему давлению	2,0.

Площадь предохранительных мембран на практике определяется по формуле:

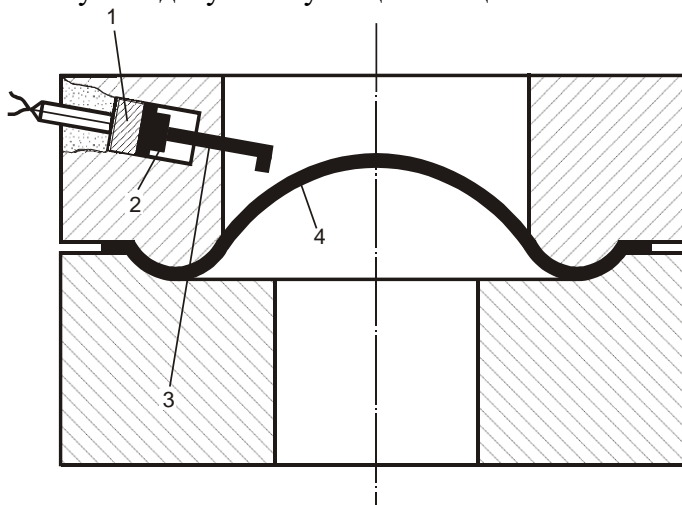
$$F = cV_0, \quad (4.7)$$

где  $c$  – коэффициент проёмистости (удельная площадь рабочего сечения),  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ;  $V_0$  – объем защищаемого аппарата.

Материал предохранительных мембран заданного диаметра выбирается с учетом усредненных минимальных разрывных давлений.

В случаях, когда взрывной процесс протекает с высокой скоростью, необходимо разгерметизировать оборудование в начальный момент взрыва. Для этой цели используют устройства активной разгерметизации: *клапаны с электро- или пироприводом и управляемые мембраны.* В разгерметизирующей предохранительной мембране, показанной на рис. 4.2, разрушение мембраны 4 обеспечивается ножом 3, закрепленным на плунжере 2, который приводится в действие под давлением газов, образующихся при срабатывании пиротехнического заряда 1.

Блокирование аварийного технологического аппарата или производственного участка производится в целях исключения распространения пожара или взрыва по коммуникациям и вентиляционным каналам. Предотвратить распространение пламени по технологическим коммуникациям можно с использованием быстродействующих отсекающих устройств – пламеотсекателей. Общепромышленная запорная трубопроводная арматура с пневмо- и электроприводом для этих целей непригодна из-за присущей ей инерционности. Для взрывозащиты технологического оборудования используются пламеотсекатели с электрическим, пневматическим, гидравлическим и пиротехническим приводами. Разработанные устройства решают задачу механического преграждения распространения пламени, а в ряде случаев обеспечивают одновременную подачу огнетушащего вещества.



**Рис. 4.2.** Разгерметизирующая предохранительная мембрана

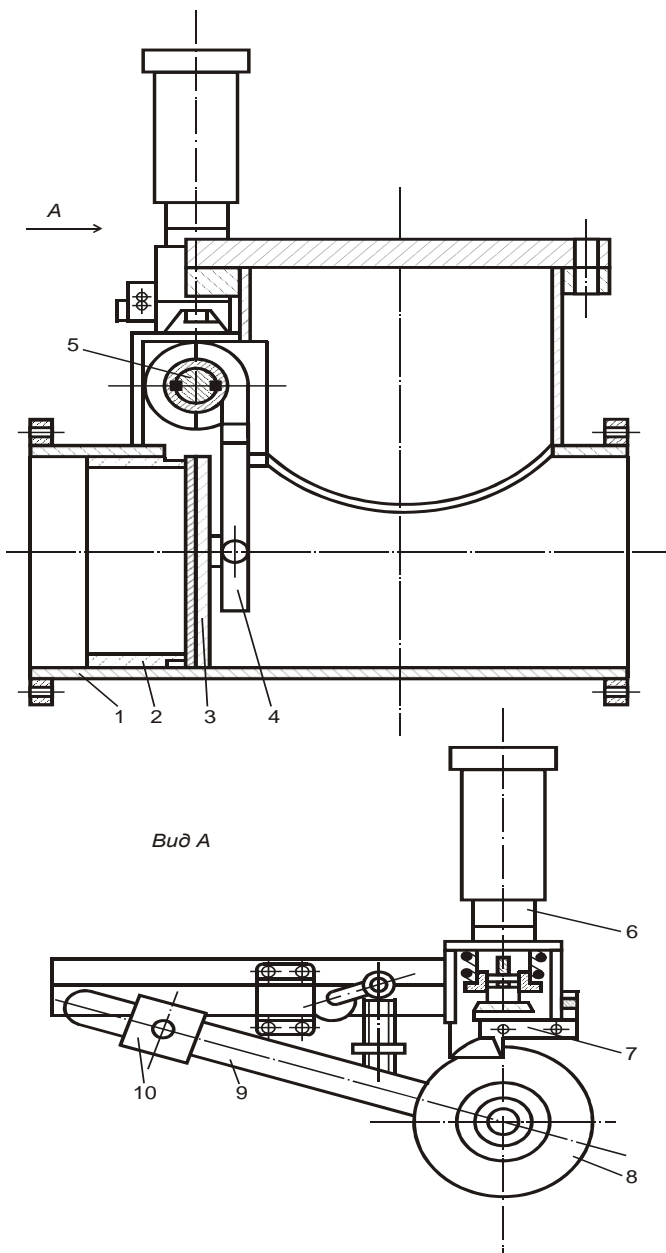
В России применяются быстродействующие поворотные клапаны с приводом от энергии падающего груза.

Клапаны являются полуавтоматическими запорными устройствами, предназначенными для герметичного перекрытия

газопроводов диаметром 200, 300, 400 и 500 мм. Запорный орган состоит из тарелки 3 и рычага 4 (рис. 4.3). Подвижное соединение тарелки с рычагом обеспечивает правильную посадку тарелки на седло 2. Запорный орган установлен внутри корпуса 1. На конце вала 5 установлен рычаг 9 настройки клапана. Приводом клапана служит электромагнит 6, установленный на кронштейне. На концевой части электромагнита есть защелка 7.

К рычагу приварен диск 8 с пазом. При подаче напряжения на обмотку электромагнита сердечник перемещается вверх и защелка 7 выходит из зацепления с диском 8, в результате чего тарелка 3 под действием силы собственной тяжести и груза 10 перемещается, перекрывая проходное сечение клапана. Для открытия клапана рычаг 9 вручную поворачивают на 90°, защелка входит в паз диска и клапан фиксируется в открытом положении. Время срабатывания клапанов такой конструкции 2-3 с.

Для увеличения быстродействия общепромышленных отсекаелей разработана конструкция, показанная на рис. 4.4, которая обеспечивает работу отсекаеля как в нормальном режиме управления технологическим процессом, так и для аварийного перекрытия трубопровода. Пневмопривод отсекаеля снабжен двумя дополнительными полостями А и В, отделенными мембранами 2 и 3. Полость А заполнена сжатым газом, и в ней расположен пирозаряд 1. При подаче управляющих пневматических импульсов через штуцер 4 отсекаель работает в режиме управления технологическим процессом. В аварийной ситуации подается электрический сигнал на срабатывание пирозаряда, который разрушает мембрану 2, и сжатый газ, деформируя мембрану 3, перемещает запорный орган в закрытое положение. Установка привода такой конструкции позволяет повысить быстродействие серийно выпускаемых пневмоотсекаелей в 20-30 раз.



**Рис. 4.3. Поворотный грузовой отсечной клапан**

Наиболее высоким быстродействием обладают отсекатели с пироприводом. Одна из конструкций такого клапана показана на рис. 4.5.

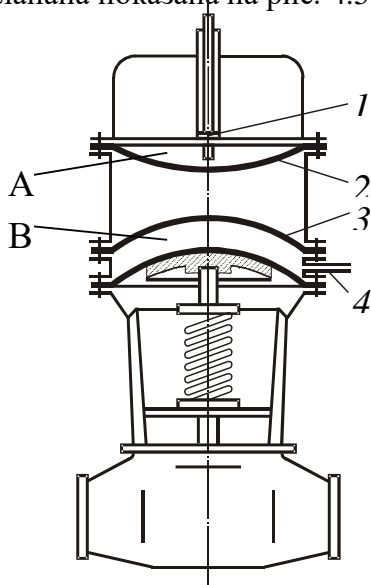


Рис. 4.4. Модернизированный пневмоотсекатель

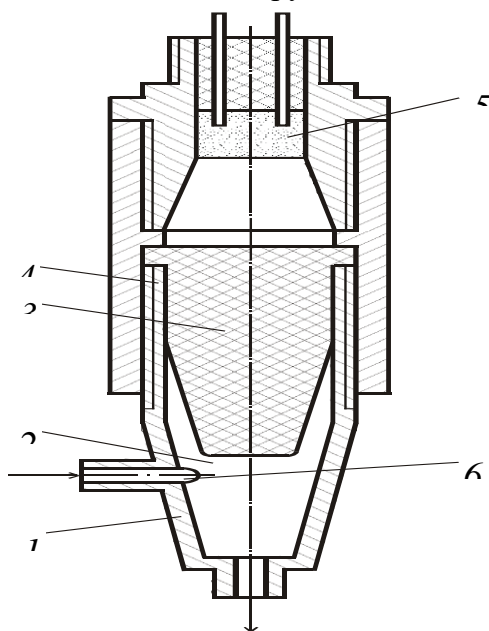


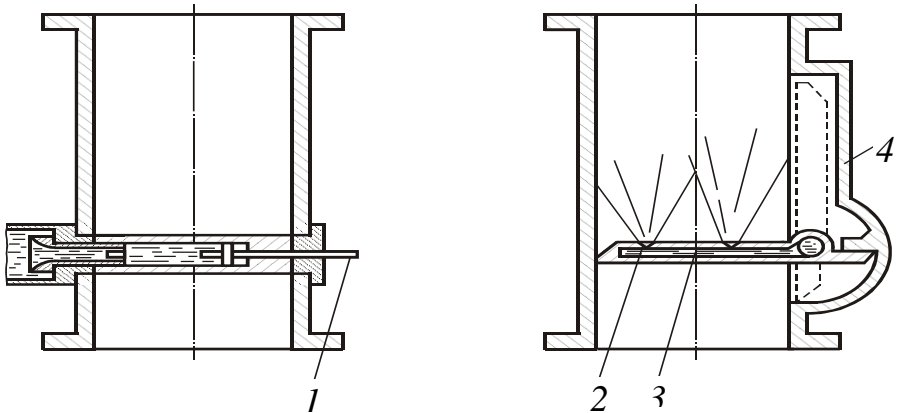
Рис. 4.5. Пробковый отсекатель

Он состоит из корпуса 1 с поперечной полостью 2 в виде конического седла, в котором заклинивается запорный орган 3 в виде усеченного конуса с уплотнительным пояском 4. При подаче сигнала на закрытие срабатывает пирозаряд 5 и под действием давления образующихся газов, срезая уплотнительный поясик 4, запорный орган 3 перемещается в коническом седле и перекрывает канал 6.

На рис. 4.6 показана схема пламеотсекателя-оросителя с поворотной заслонкой. Отсекатель состоит из корпуса 4 и заслонки 3, при повороте которой на  $90^\circ$  происходит перекрытие потока технологической среды. Поворот заслонки обеспечивается реактивной силой струи огнетушащей жидкости,



вытекающей через распылитель 2. В открытом положении заслонка удерживается гидравлическим замком 1, который при подаче жидкости освобождает заслонку от сцепления с ним.



**Рис. 4.6. Пламеотсекатель-ороситель с поворотной заслонкой**

В ряде случаев локализовать пламя в трубопроводах можно форсуночными заградительными устройствами, схема которых приведена на рис. 4.7. Внутри трубопровода 1 (рис. 4.7, а) размещено несколько сопел 2 с радиально направленными отверстиями. Через трубу 3 к соплам подводится огнетушащее вещество. В другом варианте (рис. 4.7, б) в центре трубопровода 1 расположено сопло 2, направленное вдоль оси трубопровода. Для спуска воды служит патрубок 4.

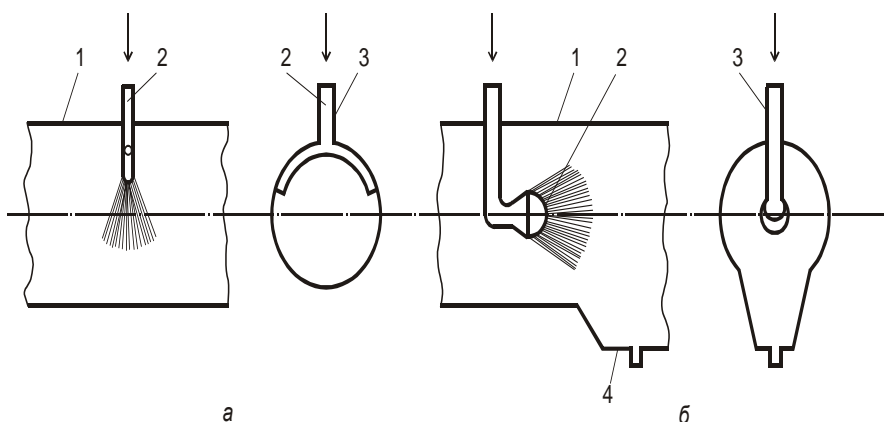
Для блокирования распространения пламени по трубопроводам и пневмотранспорту используются различные модификации пламеотсекателей-гидрозатворов.

Эффективность работы отсекаателей определяется их быстродействием и местом расположения датчиков пламени. При этом должно выполняться условие:

$$t < L/v, \tag{4.8}$$

где  $t$  – полное время срабатывания отсекаателя от момента обнаружения пламени датчиком до полного перекрытия

трубопровода;  $L$  – расстояние от датчика пламени до отсекателя;  $v$  – скорость распространения пламени.



**Рис. 4.7. Форсуночные заградительные устройства:**  
**а** – с радиально направленным соплом; **б** – с осевым соплом

В качестве устройств блокирования могут использоваться также различные типы огнепреградителей, воздушно-водяные и водопенные завесы (в зависимости от условий технологического режима).

### **Автоматические системы подавления взрыва**

Автоматические системы подавления взрыва (АСПВ) предназначены для обнаружения, локализации и полного подавления взрыва в технологических аппаратах и производственных помещениях в начальной стадии процесса, не представляющей опасности для оборудования и людей, находящихся внутри помещения, где произошло воспламенение горючих газопаровоздушных или пылевоздушных смесей.

Отличием метода защиты с помощью автоматических систем подавления взрыва от систем профилактического типа является то, что указанная система допускает воспламенение взрывоопасной смеси и включается в начальный момент

развития процесса для ликвидации аварийной ситуации. Выбор параметров срабатывания автоматической системы подавления взрыва существенно зависит от времени безопасного развития взрыва конкретных взрывоопасных смесей.

Основными параметрами взрыва, которые учитываются при выборе методов и способов взрывозащиты, являются: *давление и температура взрыва, скорость нарастания давления, скорость распространения пламени, «инкубационный» безопасный период развития взрыва, концентрационные пределы различных добавок и разбавителей.* Конечное давление при взрывах в замкнутых объемах зависит от физико-химических свойств горючих смесей и концентрации горючего вещества. Его можно определить по уравнению:

$$p_k = p_0 \frac{T_B m}{T_0 n}, \quad (4.9)$$

где  $p_k$ ,  $T_B$  – давление и температура взрыва в замкнутом объеме соответственно;  $p_0$ ,  $T_0$  – начальное давление и температура горючей смеси соответственно;  $m$ ,  $n$  – число молей газа до и после взрыва соответственно.

Так как для большинства газов отношения  $m/n \approx 1$ , то конечное давление  $p_{\text{взр.к}}$  примерно прямо пропорционально начальному давлению, умноженному на отношение абсолютной температуры продуктов горения  $T_k$  к начальной температуре смеси  $T_0$ :

$$p_{\text{взр.к}} = p_0 \frac{T_k}{T_0} = 8 p_0. \quad (4.10)$$

Окислительные реакции, приводящие к взрыву, протекают не мгновенно, а за некоторый промежуток времени. Скорость нарастания давления зависит, прежде всего, от физико-химических свойств горючих материалов, объема, конструкции и плотности заполнения аппарата. Для твердых и жидких композиций скорость нарастания давления и конечное давление определяются степенью заполнения аппарата:

$$k = V/V_0, \quad (4.11)$$

где  $V$  – объем горючего вещества;  $V_0$  – объем аппарата.

Чем больше  $k$ , тем больше скорость нарастания давления, меньше время развития взрыва и выше конечное давление. Для парогазовых смесей скорость изменения давления в сферических сосудах и аппаратах определяется дифференциальным уравнением:

$$\frac{dp}{dt} = p_0 \left( \frac{m T_B}{n T_0} - 1 \right) \frac{d\alpha}{dt}, \quad (4.12)$$

где  $p_0$  – начальное давление горючей смеси;  $m, n$  – число молей газа до и после взрыва соответственно;  $d\alpha/dt$  – скорость превращения (сгорания) исходной смеси.

Скорость превращения исходной смеси находят по отношению доли горючего, сгорающего в единицу времени, к массе исходной смеси:

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{\rho F v_H}{\rho_0 V_0}, \quad (4.13)$$

где  $F$  – площадь поверхности пламени;  $v_H$  – нормальная скорость распространения пламени;  $V_0$  – объем сосуда;  $\rho, \rho_0$  – плотность продуктов горения и исходной смеси соответственно.

Взаимосвязь между объемом аппарата (радиуса  $R_0$ ), начальным  $p_0$  и конечным  $p_k$  давлением, а также текущими значениями давления  $p$  и размерами пламени  $R$  определяется из выражения

$$\frac{R}{R_0} = \left[ 1 - \left( \frac{p_0}{p} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \left( \frac{p_k - p}{p_k - p_0} \right) \right]^{\frac{1}{3}}, \quad (4.14)$$

где  $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$  – соотношение удельных теплоемкостей исходной смеси при постоянном давлении и постоянном объеме.

Давления  $p_k$ ,  $p_0$  и  $p$  могут быть измерены экспериментально, а скорость развития взрыва рассчитана по уравнению (4.14).

Инкубационный период развития взрыва, который зависит от допустимого давления взрыва, задаваемого по соображениям конструктивной прочности сосуда  $p_{\text{взр.доп}}$ , начального давления среды  $p_0$  и объема резервуара  $V_0$ , можно определить по формуле

$$\tau_{\text{инк}} = 0,2 \sqrt{V_0 \frac{p_{\text{взр.доп}} - P_0}{p_{\text{взр.доп}}}}. \quad (4.15)$$

Приняв  $p_0 = 1$  и задавшись несколькими значениями  $p_{\text{взр.доп}}$   $V_0$ , определим минимальные числовые значения  $\tau_{\text{инк}}$  для различных случаев (табл. 4.1).

Минимальные числовые значения  $\tau_{\text{инк}}$

Таблица 4.1

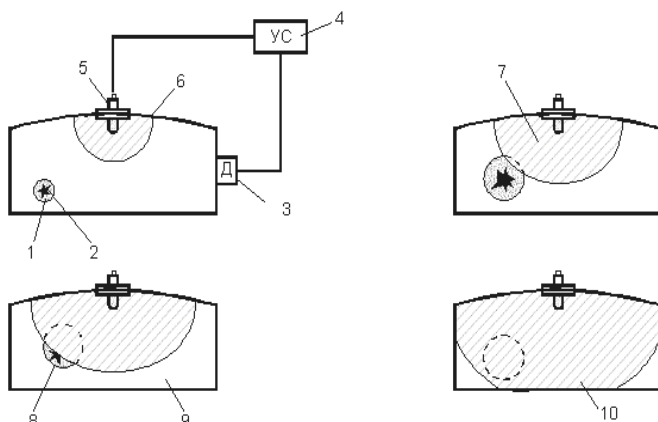
Объем сосуда $V_0, \text{м}^3$	$\tau_{\text{инк}}, \text{мс, при } p_{\text{взр.доп}}, \text{Па}$				
	$1,2 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
0,5	88	105	116	123	127
1,0	111	133	144	153	160
5,0	190	228	246	262	274
10,0	239	286	310	330	344
25,0	239	286	310	330	344
50,0	314	388	420	447	467
100,0	408	490	530	564	590

Из табл. 4.1 видно, что минимальный инкубационный период развития взрыва в указанном диапазоне изменения параметров составляет приблизительно 90 мс, т.е. 0,1 с для парогазовоздушных смесей (для емкостей объемом порядка 500л).

Для резервуаров больших размеров это время возрастает пропорционально корню кубическому из объема. Время безопасного развития больше 200 – 350 мс (миллисекунд) не имеет особого смысла, так как к этому времени завершается

взрывозащитное, взрывоподавляющее действие АСПВ, практически в любом достижимом объеме.

Схема развития и подавления взрыва и блок-схема АСПВ приведены на рис. 4.8.



**Рис. 4.8. Схема развития и подавления взрыва автоматической системой:**

- 1 – фронт пламени; 2 – источник зажигания; 3 – датчик;**
- 4 – усилитель; 5 – пороховой заряд; 6 – фронт потока ингибитора;**
- 7 – объем, заполненный ингибитором; 8 – продукты горения;**
- 9 – непрореагировавшая смесь; 10 – взрыв подавлен**

Начальный момент взрыва обнаруживается датчиком АСПВ по одному из характерных для взрыва параметров (излучение, давление, ионизация). Выходной сигнал датчика, усиленный в каскаде усиления, передается к исполнительному органу взрывоподавляющего устройства – пороховому аккумулятору давления. Под действием давления пороховых газов огнетушащая жидкость вытесняется из агрегата впрыска ингибитора взрывоподавляющего устройства. Распространяясь по всему объему защищаемого пространства, струи ингибитора распыляются на отдельные капли, испаряются и, смешиваясь с газовой средой, нейтрализуют взрывоопасную горящую смесь, локализуя тем самым очаг взрыва в зоне его возникновения. Затем, распространяясь дальше, поток массы ингибитора

достигает зоны первоначального зарождения взрыва и подавляет горение во фронте пламени. Развитие и распространение взрыва прекращается, при этом максимальное давление взрыва не превышает допустимого значения давления в защищаемом объеме.

Таким образом, АСПВ обеспечивает обнаружение взрыва, ввод ингибитора и его равномерное распределение в объеме защищаемого объекта и, следовательно, подавление взрыва. В процессе развития взрыва и его активного подавления можно выделить три характерных участка (рис. 8.9): развитие взрыва до момента обнаружения загорания датчиком, срабатывание системы и активное подавление пламени огнетушащим веществом, постепенное снижение температуры газопаровоздушной смеси и выравнивание давления в технологическом аппарате до первоначального значения.

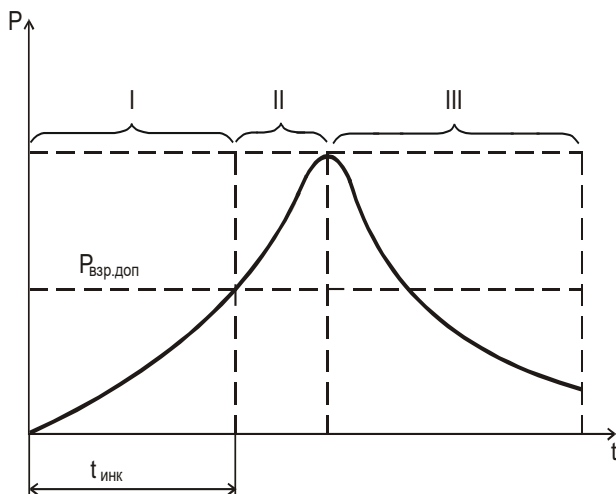
Основное требование, которому должны соответствовать АСПВ, для обеспечения их максимальной эффективности, – быстроедействие, т.е. если полное действие системы –  $\tau_{\text{сист}}$ , а время инкубационного (безопасного) развития взрыва –  $\tau_{\text{инк}}$ , то условие эффективности записывается следующим образом:

$$\tau_{\text{сист}} \leq \tau_{\text{инк}} \quad (4.16)$$

Полное время срабатывания системы складывается из времени срабатывания датчика, времени преобразования первичных импульсов в усиленный командный сигнал, времени срабатывания пиротехнического устройства, порохового аккумулятора, времени истечения ингибитора, времени полета, испарения и перемещения ингибитора с взрывоопасной средой и собственно времени, идущего на подавление и гашение пламени взрыва. Для малых объемов баков ( $R_{\text{max}} < 1\text{м}$ ),  $n \leq 50$  мс ( $R_{\text{max}}$  – максимальный радиус полета струи ингибитора или наибольший размер защищаемого сосуда).

Для уменьшения времени срабатывания АСПВ датчики обнаружения взрыва создаются на чувствительных элементах, реагирующих на световое излучение. Время срабатывания чувствительных элементов излучения, как правило, находится во

временном интервале  $10^{-4}$ - $10^{-5}$ с при высокой их чувствительности. Выявлено, что пламя имеет полосатый спектр излучения, и что энергия излучения в спектре распределена по длинам волн от УФ (ультрафиолетовой) до ИК (инфракрасной) области. Это обстоятельство должно учитываться при проектировании датчиков АСПВ.



**Рис. 4.9. Процесс развития и подавления взрыва:**  
**I – развитие взрыва до момента обнаружения;**  
**II – активное подавление взрыва;**  
**III – взрыв подавлен**

При выборе чувствительных элементов датчиков необходимо также учитывать условия применения АСПВ, особенности защищаемых объектов и вид горючей смеси. Для пылегазовых смесей важно учесть возможное снижение интенсивности светового потока. В темных или слабо освещенных помещениях датчики могут быть изготовлены на фоторезисторах или фотодиодах. Для помещений с ограниченными источниками освещения могут быть использованы фотоумножители с набором светофильтров, а в помещениях с интенсивным освещением, дневным или искусственным светом целесообразно использовать



фотоумножители с высокочувствительными элементами.

## ***4.2. Взрывоподавляющие устройства***

Для надежного подавления взрывов требуется высокое быстродействие автоматических противовзрывных систем, незначительное время доставки огнетушащего средства в зону горения, а также достаточно эффективная протяженность распыленного факела. Взрывоподавляющие устройства должны быть пригодны для эксплуатации в широком интервале температур и давлений, отличаться простотой конструкции и надежностью действия.

Конструкции взрывоподавляющих устройств можно подразделить на четыре группы:

1) устройства с разрушаемой оболочкой, приводимые в действие ударной волной, образующейся при срабатывании детонатора;

2) пневматические устройства, в которых для распыления огнетушащего средства используется энергия заключенного в баллоне сжатого газа;

3) пирогадроимпульсные устройства типа "гидропушки", в которых для диспергирования огнетушащего средства используется давление газа, образующегося при сгорании пиротехнического заряда;

4) комбинированные устройства, в которых совмещается принцип действия перечисленных конструкций с последующей подачей огнетушащей жидкости из магистральных трубопроводов.

## ***4.3. Область применения автоматических систем локализации и подавления взрывов***

Наиболее широко и эффективно системы локализации и подавления взрывов используются на предприятиях нефтеперерабатывающей, химической, нефтехимической и других отраслей промышленности, связанных с обращением легковоспламеняющихся жидкостей, горючих газов и

взрывоопасных пылей. Из ряда типовых систем взрывозащиты технологических аппаратов наибольший интерес для использования в различных отраслях промышленности представляет система, основанная на методе вакуумирования и взрывоподавления.

Система подавления взрывов в закрытых аппаратах методом вакуумирования предназначена для пожаро- и взрывозащиты технологических процессов, защиты от разрушений технологических аппаратов, предотвращения развития крупных вторичных пожаров в производственных зданиях. Подавление взрывов в закрытых аппаратах методом вакуумирования возможно двумя способами: активным и пассивным.

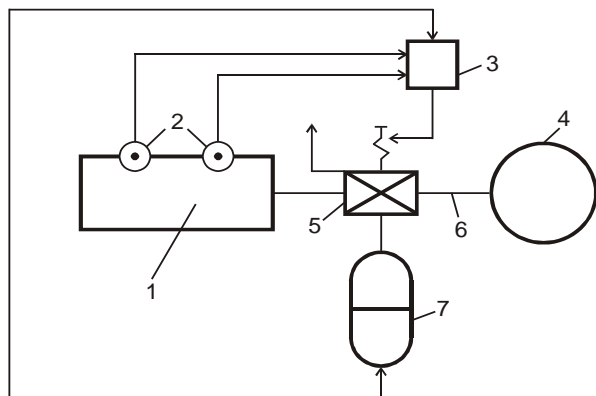
*Активный способ* основан на регистрации загорания в технологическом аппарате датчиком и принудительной (под действием электрической энергии) разгерметизации сбросного трубопровода, соединяющего рабочий технологический аппарат и буферную емкость, находящуюся под разрежением.

*Пассивный способ* заключается в разрушении предохранительной мембраны разгерметизирующего устройства под действием механического привода, побудителем которого является собственно энергия взрыва технологической среды.

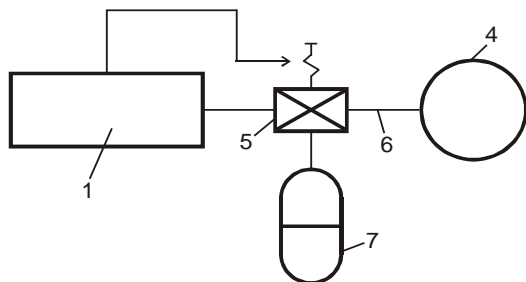
Для снижения температуры продуктов горения и предупреждения загораний горючей смеси внутри сбросного трубопровода и буферной емкости в газовый поток вводится хладоагент (вода, хладон, порошок и пр.).

Структурные схемы автоматической системы подавления взрывов в закрытых технологических аппаратах методом вакуумирования приведены на рис. 4.10.

Система, основанная на активном способе взрывозащиты (рис. 4.10, а), состоит из аппаратуры обнаружения загораний 2 и 3 (взрыворегистрирующая сигнально-пусковая установка 3 в комплекте с двумя реле давления 2, включенными по логической схеме конъюнкции), устройств разгерметизации 5 и орошения 7, буферной емкости 4 и сбросного трубопровода 6.



*a*



*б*

**Рис. 4.10. Структурная схема взрывозащиты технологических аппаратов методом вакуумирования:  
*a* – активный способ; *б* – пассивный способ**

Защищаемый технологический аппарат *1* соединен с буферной емкостью *4* сбросным трубопроводом *б*, на котором монтируется клапан-разгерметизатор *5* со встроенным или независимо подсоединенным оросителем *7*. Реле давления *2* устанавливаются сверху технологического аппарата *1*; вторичный прибор аппаратуры обнаружения загорания размещается в операторной или другом обособленном помещении.

При возникновении загорания в рабочем технологическом аппарате реле давления регистрируют избыточное давление в начальный период развития взрыва, когда давление еще значительно меньше предельно допустимого значения для технологического аппарата, и передают управляющий импульс через вторичный прибор на клапан-разгерметизатор и устройство орошения, заполненное хладагентом. При срабатывании клапана происходит разгерметизация рабочего аппарата, и под действием сверхкритического перепада давлений, определяемого в основном давлением в рабочем аппарате и начальным давлением в буферной емкости, находящейся под вакуумом, начинается перетекание горючей смеси или высокотемпературных продуктов горения в буферную емкость. Одновременно в газовый поток из устройства орошения диспергируется хладагент.

Система, построенная по пассивному способу взрывозащиты, состоит из устройства разгерметизации 5, устройства орошения 7, буферной емкости 4 и сбросного трубопровода 6.

Устройства разгерметизации и орошения в этой системе срабатывают непосредственно под действием избыточного давления, образующегося в технологическом аппарате при взрыве газопаровоздушной смеси. В остальном принцип действия системы аналогичен описанному выше.

Одна буферная емкость может быть использована для взрывозащиты нескольких технологических аппаратов.

Автоматическая система взрывоподавления, разработанная во ВНИИПО, предназначена для подавления быстроразвивающихся пожаров и взрывов углеводородовоздушных и сероуглеродовоздушных смесей внутри технологических аппаратов в целях предотвращения развития крупных пожаров в производственных зданиях.

Система взрывоподавления, структурная схема которой приведена на рис. 4.11, состоит из взрыворегистрирующей и

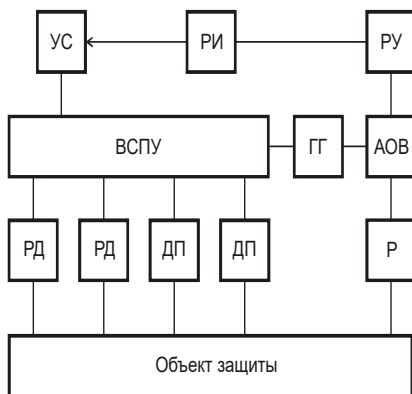
взрывоподавляющей частей, элементов контроля и сигнализации.

Взрыворегистрирующая часть представляет собой взрыворегистрирующую сигнально-пусковую установку (ВСПУ), в состав которой входят вторичный прибор, укомплектованный взрыворегистрирующим блоком, сигнально-пусковым блоком и блоком питания, два датчика и комплект реле давления, включаемые по двулучевой схеме совпадения.

Взрывоподавляющая часть включает группу гидроимпульсных устройств, каждое из которых состоит из аккумулятора огнетушащего вещества (АОВ), распылителя (Р), газогенератора (ГГ) и реле уровня (РУ).

Реле уровня РУ предназначено для контроля уровня вещества в АОВ. При утечке огнетушащего средства РУ своими контактами коммутирует цепь реле с искробезопасными входами РИ-1, которое управляет звуковой и световой сигнализацией УС.

Принцип действия системы заключается в следующем.



**Рис. 4.11. Структурная схема системы взрывозащиты:**

**ДП** – датчик пламени; **РД** – реле давления; **ВСПУ** – взрыворегистрирующая сигнально-пусковая установка; **УС** – устройства сигнализации; **РИ** – реле с искробезопасными входами; **РУ** – реле уровня; **ГГ** – газогенератор; **АОВ** – аккумулятор огнетушащего вещества; **Р** – распылитель

При воспламенении горючей смеси сигналы от датчиков пламени (ДП) или реле давления (РД), которые используются в качестве дублирующего привода, поступают по логическим

каналам обработки информации на сигнально-пусковой блок. Давление срабатывания реле 2СГС-0,15 составляет 0,015-0,005 МПа.

Блок датчиков формирует мощный импульс тока, от которого срабатывает газогенератор, состоящий из побудителя и порохового заряда, только в случае одновременной регистрации загораний по двум лучам и в любой комбинации. Давлением газов, образующихся при сгорании порохового заряда в газогенераторе, огнетушащее средство через распылитель вытесняется из гидроимпульсных устройств и распределяется по защищаемому объему.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные принципы работы приборов контроля технологических процессов.
2. КИП температуры, КИП давления. Принцип работы и характеристики.
3. КИП уровня, КИП расхода. Принцип работы и характеристики.
4. Анализаторы взрывоопасных газов и паров. Их классификация.
5. Газоанализаторы. Назначение и принцип работы термохимических газоанализаторов.
6. Основные понятия теории автоматического управления (ТАУ).
7. Системы автоматического управления (САУ). Их классы.
8. Принципы управления САУ.
9. Автоматические системы обнаружения пожара.
10. Автоматические системы противопожарной защиты.
11. Системы обнаружения пожара. Что называется шлейфом?
12. Назначение и классификация пожарных извещателей.
13. Принципы размещения пожарных извещателей на объектах.
14. Основные функции и характеристики приемно-контрольных приборов (ПКП).
15. Назначение и классификация ПКП и приборов приемно-управляющих (ППУ).
16. Функции приборов приемно-управляющих.
17. Основные информационные показатели ПКП (параметры).
18. Системы автоматического тушения пожара.



19. Автоматические установки водяного пожаротушения. Их достоинства и недостатки.

20. Спринклерные и дренчерные установки.

21. Автоматические установки пенного пожаротушения. Возможные способы пожаротушения. Когда использование установки неэффективно?

22. Автоматические установки газового пожаротушения. Для тушения пожаров каких классов применяются?

23. Возможные способы пожаротушения. Когда установки газового пожаротушения оправданны?

24. Автоматические установки порошкового пожаротушения. Возможные способы тушения.

25. Когда использование порошковых установок пожаротушения оправданно, а когда – неэффективно?

26. Автоматические установки аэрозольного пожаротушения. Их преимущества и недостатки.

27. Возможные способы пожаротушения.

28. Когда применение установки неэффективно?

29. Преимущества систем автоматического пожаротушения модульного типа.

30. Устройство и принцип работы модульных установок пожаротушения.

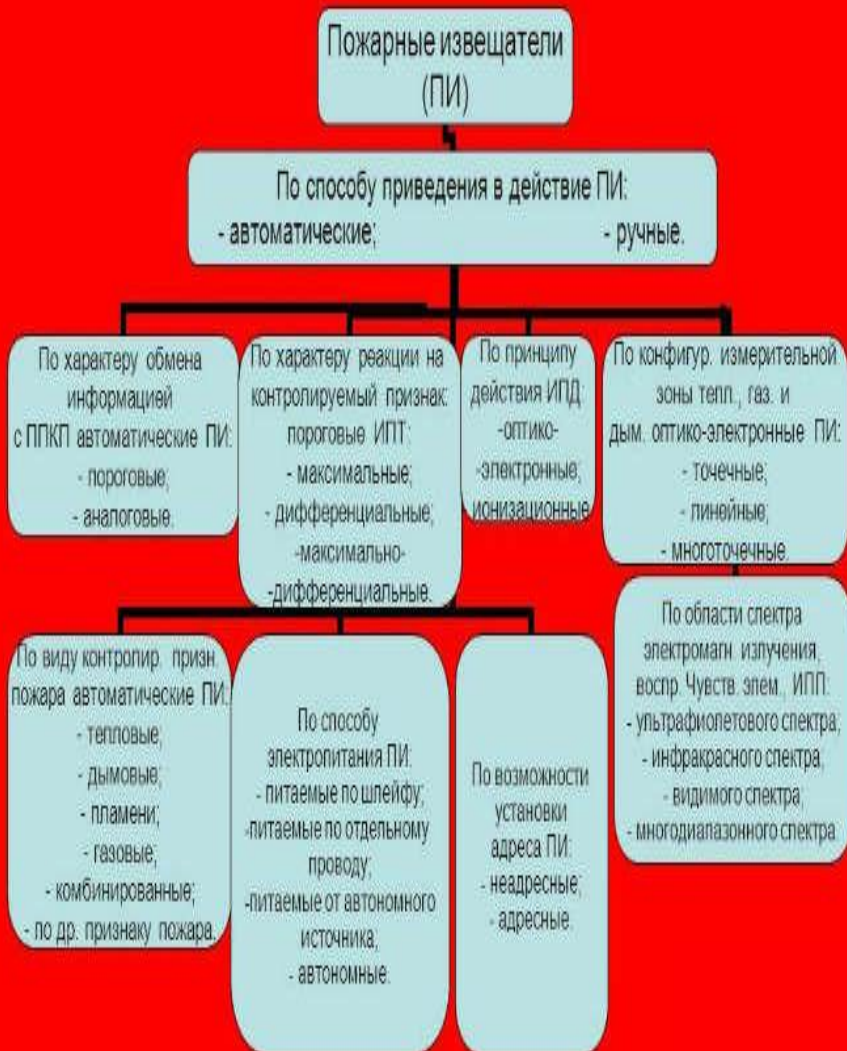
31. Какова область применения модульных установок пожаротушения?

## ПРИЛОЖЕНИЯ

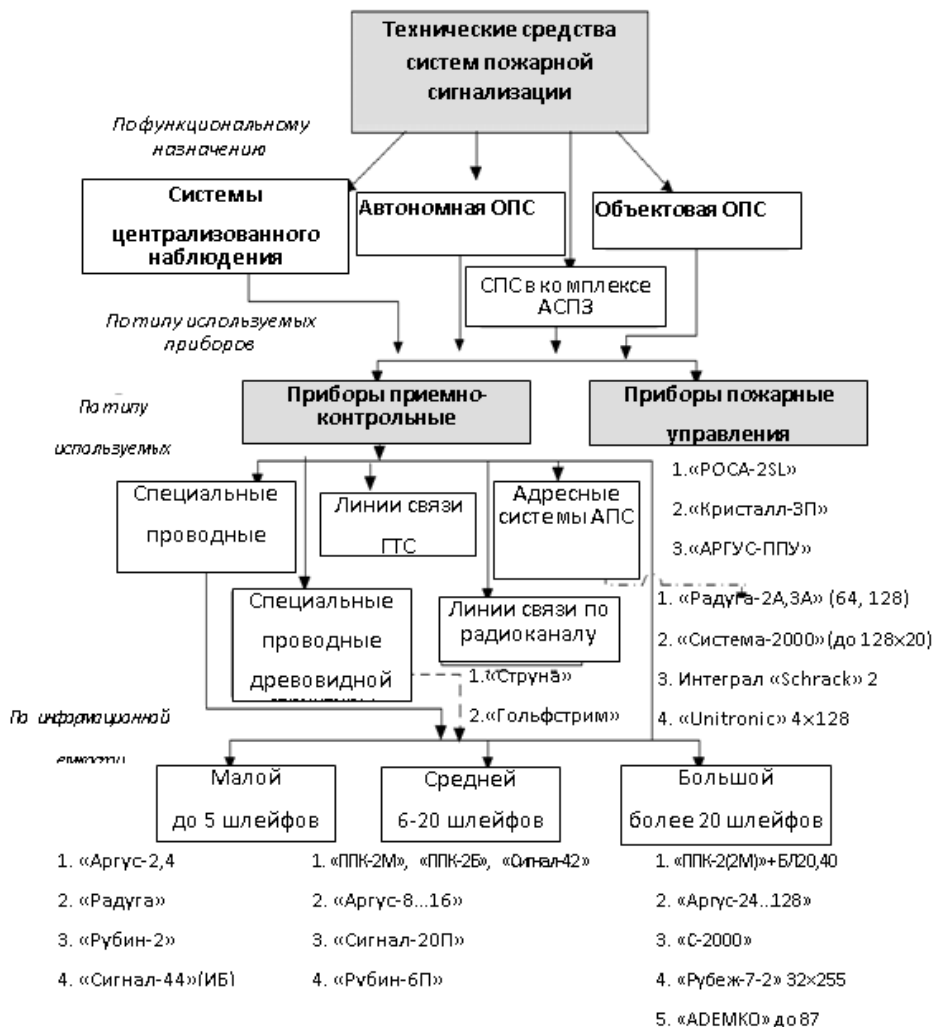
### 1. Сравнительная характеристика установки водяного пожаротушения и установки тонко распыленной воды (ТРВ)

Параметр	Установка водяного ПТ	Установка ТРВ
Огнетушащая эффективность, литров/м <sup>2</sup> .	от 144 до 1080	до 1,5
Универсальность применения	Тушение пожаров класса А	Тушение пожаров классов: А,В,С, и электроустановок напряжением до 1 000 В
Универсальность подачи огнетушащего вещества	Локально по площади	По всей площади, локально по площади, по всему объему, локально по объему
Необходимость строительства специальных сооружений	Водоводы, резервуары, насосная станция, дренажные сооружения	Отсутствует
Снабжение энергией и ресурсами	Водоснабжение до 30 л/с; Энергоснабжение по первой категории до 80 кВт	Автономна
Дымоосаждающая способность	Отсутствует	Высокая
Удельная материалоемкость, кг/м <sup>2</sup> .	<20	<3
Особенность монтажа	Монтаж разветвленной сети трубопроводов с применением сварочных работ	Монтаж готовых элементов непосредственно на объекте
Особенности эксплуатации	Система находится под постоянным давлением	Простой регламент технического обслуживания; в дежурном режиме отсутствует избыточное давление

## 2. Классификация извещателей



### 3. Классификация ПКП



## ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлуцкий В.С., Бушнев Г.В., Ефремов С.В., Мазур А.С., Малаян К.Р., Монашков В.В., Пелех М.Т., Украинцева Т.В., Улыбин В.Б., Хорошилов О.А., Янковский И.Г. Производственной безопасности. Часть 1. Опасные производственные факторы. Учеб. Пособие. Под ред. С.В. Ефремова.- / СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 223 с.

2. Навацкий А.А., Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Федоров А.В. Производственная и пожарная автоматика. Часть 1. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Пожарная сигнализация: Учебник / Научн. ред. канд. техн. наук, доц. А.А. Навацкий. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. -335 с.

3. Кутузов В.В., Саратов Д.Н., Терехин С.Н., Филиппов А.Г. Производственная и пожарная автоматика. Технические средства автоматической пожарной сигнализации: Учебник – гриф УМО «Рекомендовано» по университетскому политехническому образованию для курсантов, студентов и слушателей ВУЗов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров, магистров «Техносферная безопасность» и по специальности «Пожарная безопасность»; СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2013. – 274 с.

4. Соснин О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств: Учебное пособие: Допущено УМО, 2008. – 240 с.

5. Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические: Учебно-справочное пособие. – 5-е изд. (перераб.). – М.: Пожкнига, 2008. – 312 с., ил.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1 Раздел. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АВТОМАТИКА</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1. Основные приборы контроля технологических процессов: принципы работы и характеристики. Анализаторы взрывоопасных газов и паров</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2. Основные понятия теории автоматического регулирования. Автоматические системы противопожарной защиты</b> .....	<b>15</b>
<b>2 Раздел. СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1. Основные информационные параметры пожара и особенности их преобразования пожарными извещателями</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.1. Принципы размещения автоматических пожарных извещателей на объектах</b> .....	<b>33</b>
<b>2.2. Основные функции и характеристики пожарных приемно-контрольных приборов</b> .....	<b>39</b>
<b>2.2.1. Основные функции и показатели приемно-контрольных приборов</b> .....	<b>39</b>
<b>3. Раздел. АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ</b> .....	<b>43</b>
<b>3.1. Автоматические установки водяного и пенного пожаротушения</b> .....	<b>43</b>
<b>3.2. Автоматические установки газового и порошкового пожаротушения</b> .....	<b>49</b>
<b>3.3. Автоматические установки порошкового пожаротушения</b> .....	<b>52</b>

<i>3.4. Автоматические установки аэрозольного пожаротушения.....</i>	<i>54</i>
<i>3.5. Автоматические установки пожаротушения тонкораспыленной водой.....</i>	<i>56</i>
<i>3.6. Особенности построения модульных установок пожаротушения.....</i>	<i>61</i>
<b>4. Раздел. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ПОДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВОВ.....</b>	<b>64</b>
<i>4.1. Методы взрывозащиты.....</i>	<i>64</i>
<i>4.2. Взрывоподавляющие устройства.....</i>	<i>82</i>
<i>4.3. Область применения автоматических систем локализации и подавления взрывов.....</i>	<i>82</i>
<b>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....</b>	<b>88</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>90</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>92</b>
<b>ОГЛАВЛЕНИЕ.....</b>	<b>93</b>

Учебное издание

Производственная и  
пожарная автоматика

Составитель  
Жужа Е.Д.

Изд. в авторской редакции

Объем 5,5 п.л. Электронное издание



