

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.03.02      Производственная и пожарная автоматика

**Направление подготовки (специальность) 20.04.01 "Техносферная безопасность"**

**Профиль подготовки (специализация) Система управления рисками ЧС**

**Форма обучения заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 «Приборы контроля параметров технологических процессов».....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция №2 «Автоматические установки водяного и пенного пожаротушения».....</b>	<b>5</b>
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.Лабораторная работа № ЛР-1 Основы понятия теории автоматического регулирования.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Классификация и общие технические требования к установкам пожарной автоматики. ....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Автоматические установки порошкового и аэрозольного пожаротушения .....</b>	<b>18</b>
<b>3. Методические указания по проведению практических занятий (не предусмотрено рабочей программой дисциплины).....</b>	<b>21</b>
<b>4. Методические указания по проведению семинарских занятий (не предусмотрено рабочей программой дисциплины) .....</b>	<b>21</b>

## **1 Конспект лекций**

### **1.1 Лекция №1 (2 часа)**

**Тема: «Приборы контроля параметров технологических процессов»**

#### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Принципы работы и характеристики основных приборов контроля параметров технологических процессов: температуры, давления, расхода, уровня.
2. Типы и область применения приборов.

#### **1.2.2 Краткое содержание вопросов**

1. 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 термоэлектродвижущей силы, 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 для измерения температур от  $-120$  до  $+600$  С. 3. Термоэлектрические пирометры (термопары), принцип действия которых основан на возникновении электродвижущей силы при изменении температуры одного из спаев замкнутой цепи разнородных термоэлектродов. Применяются для измерения температуры от  $-200$  до  $+2000$  С. 4. Термометры сопротивления, основанные на изменении электрического сопротивления проводника или полупроводника при изменении температуры. Применяются для измерения температуры от  $-200$  до  $+650$  С. 5. Пирометры излучения, работающие по принципу изменения интенсивности излучения нагретых тел в зависимости от изменения температуры. Применяются для измерения температур от  $+600$  до  $+6000$  оС. 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; 34 мановакуумметры – для измерения средних и больших давлений и разрежений; напорометры – для измерения малых избыточных давлений; тягомеры – для измерения малых разрежений; тягонапорометры – 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 применяются ртуть, вода, спирт и др. Пружинные приборы. Измеряемое давление или разрежение уравнивается силами упругого противодействия различных чувствительных элементов (трубчатой пружины, мембраны, сильфона 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 измерении электрических свойств (сопротивление, емкость, индуктивность и т.п.) некоторых материалов при воздействии на

них внешнего давления. Пьезоэлектрические приборы. В этих приборах используется пьезо- электрический 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.

### 3.3. Контрольно-измерительные приборы 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 этих приборах 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, 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. 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 электрических омических уровнемеров, применяемых для определения уровня электропроводных жидкостей, основано на измерении сопротивления между электродами соответствующей формы, введенными в жидкость. При этом 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 измерении интенсивности поглощения  $\gamma$ -частиц при изменении уровня жидкости. Объемным расходом  $Q$  называют объемное количество вещества  $V$ , которое протекает через поперечное сечение трубопровода в единицу времени  $t$ ,  $Q = \frac{V}{t}$ . Весовым (массовым) расходом  $G$  называется количество вещества  $G$ , протекающего через сечение трубопровода в единицу времени  $t$ ,  $G = \frac{G}{t}$ . Объемный расход можно выразить через весовой:  $Q = \frac{G}{\rho}$ , где  $\rho$  – плотность вещества,  $\text{кг/м}^3$ . Приборы, предназначенные для измерения расхода, называются **р а с х о д о м е р а м и**, а измеряющие количество вещества, которое протекает через поперечное сечение трубопровода в течение отрезка времени, – **с ч е т ч и к а м и**. По принципу действия расходомеры можно разделить на расходомеры переменного и постоянного перепадов давлений, переменного уровня. Расходомеры переменного перепада давлений. Действие этих приборов основано на возникновении перепада давлений на установленном внутри трубопровода сужающемся устройстве постоянного сечения. Разность статических давлений до и после сужающегося устройства (перепад давлений), измеряемая дифференциальным манометром, зависит от расхода протекающего вещества и может служить мерой расхода. Расходомеры постоянного перепада давлений (ротаметры).

Действие этих приборов 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 поплавки перемещаются вверх и изменяется проходное отверстие трубки. Высота подъема поплавка функционально связана с расходом. При этом перепад давления на поплавке при перемещении его вдоль оси трубки остается практически постоянным. Расходомеры переменного уровня. Действие этих 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).

2. Измерительным прибором называется устройство, предназначенное для сравнения измеряемой величины с единицей измерения.

По измеряемой величине измерительные приборы делятся на следующие группы:

- а) приборы для измерения температуры;
- б) приборы для измерения давления;
- в) приборы для измерения количества и расхода;
- г) приборы для измерения уровня жидкости и сыпучих материалов;
- д) приборы для измерения физико-химических свойств вещества.

По способу отсчёта приборы подразделяются на следующие группы:

1. Компарирующие, у которых при измерении производится сравнение измеряемой величины с мерами или образцами.

2. Показывающие приборы, которые в момент измерения указывают значение измеряемой величины, определяемое визуально по отсчетным устройствам – шкалам с перемещающейся стрелкой (или с движущимся циферблатом и неподвижной стрелкой).

3. Самопишущие приборы (счётчики, интеграторы) показывают суммарное значение измеряемой величины за определённый период.

По условиям работы измерительные приборы делятся на стационарные и переносные.

Качество измерительного прибора определяется рядом его характеристик, важнейшими из которых являются: точность, чувствительность, постоянство и инерционность.

Точность измерительного прибора определяется степенью приближения показания прибора к действительному значению измеряемой величины. Для каждого прибора устанавливается наибольшее допустимое отклонение его показания от действительного значения измеряемой величины. Это отклонение называется допустимой погрешностью.

Важной характеристикой прибора является инерционность, которая характеризуется временем от момента изменения измеряемой величины до момента, когда это изменение фиксируется указателем прибора.

Постоянство измерительного прибора характеризуется степенью устойчивости его показаний при неизменных внешних условиях.

Порогом чувствительности прибора называется минимальное значение изменения измеряемой величины, вызывающее перемещение указателя.

## **1.2 Лекция №2 (2 часа)**

### **Тема: «Автоматические установки водяного и пенного пожаротушения»**

#### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Водяные и пенные автоматические установки пожаротушения (АУП): функциональные схемы и режимы функционирования водяных и пенных АУП.

2. Локальные и модульные АУП. Спринклерные и дренчерные установки, их виды, схемы, принципы действия
3. Принципы интегрирования систем пожарной сигнализации, установок пожаротушения, систем противодымной защиты, оповещения о пожаре и управления эвакуацией в многофункциональных зданиях повышенной этажности.
4. Особенности проверки работоспособности комплексной системы.

### 1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. На рис. 2.1 представлена структурная блок-схема одного из типов водяных установок пожаротушения – спринклерной установки.

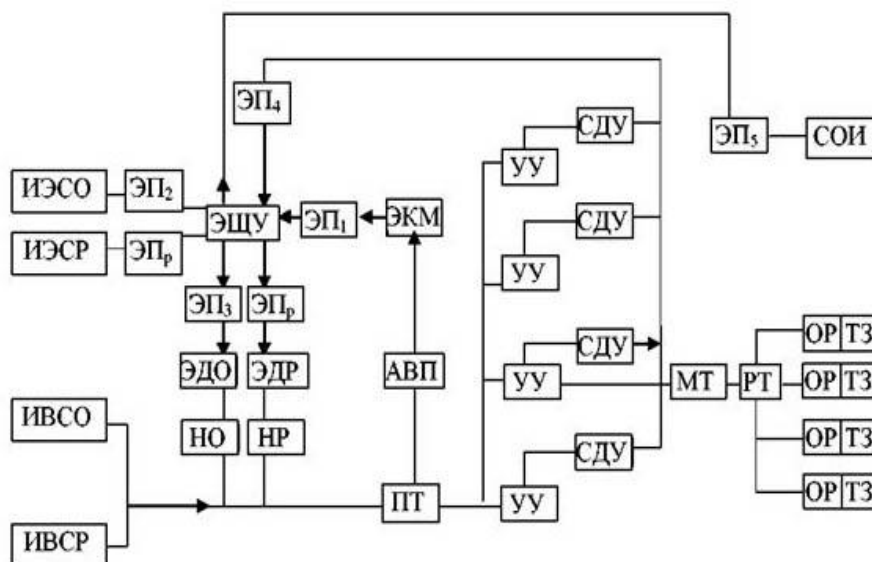


Рис. 2.1. Структурная блок-схема спринклерной установки водяного пожаротушения:  
ТЗ – тепловой замок спринклера; ОР – ороситель (спринклер); РТ – распределительный трубопровод;  
МТП – магистральный трубопровод; УУ – узел управления; ПТ – питательный трубопровод;  
АВП – автоматический водопитатель; ЭКМ – электроконтактный манометр; ЭП<sub>1</sub> – электропровода,  
соединяющие ЭКМ с электрическим щитом управления (ЭЩУ); ИЭСО – основной источник  
электропитания; ИЭСР – резервный источник электропитания; ЭП<sub>2</sub> – электропровода, соединяющие  
ЭЩУ с ИЭСО и ИЭСР; ЭП<sub>3</sub> – электропровода, соединяющие ЭЩУ с основным электродвигателем ЭДО;  
ЭДР – резервный электродвигатель; ЭП<sub>4</sub> – электропровода резервных цепей управления;  
НСО – основной насос; НСР – резервный насос; ИВСО (ИВСР) – основной (резервный) источник  
водоснабжения; СДУ – сигнализатор давления универсальный; ЭП<sub>5</sub> – электропровода, соединяющие  
СДУ со щитом управления ЭЩУ; ЭП<sub>6</sub> – электропровода, соединяющие ЭЩУ  
с системой оповещения и информации

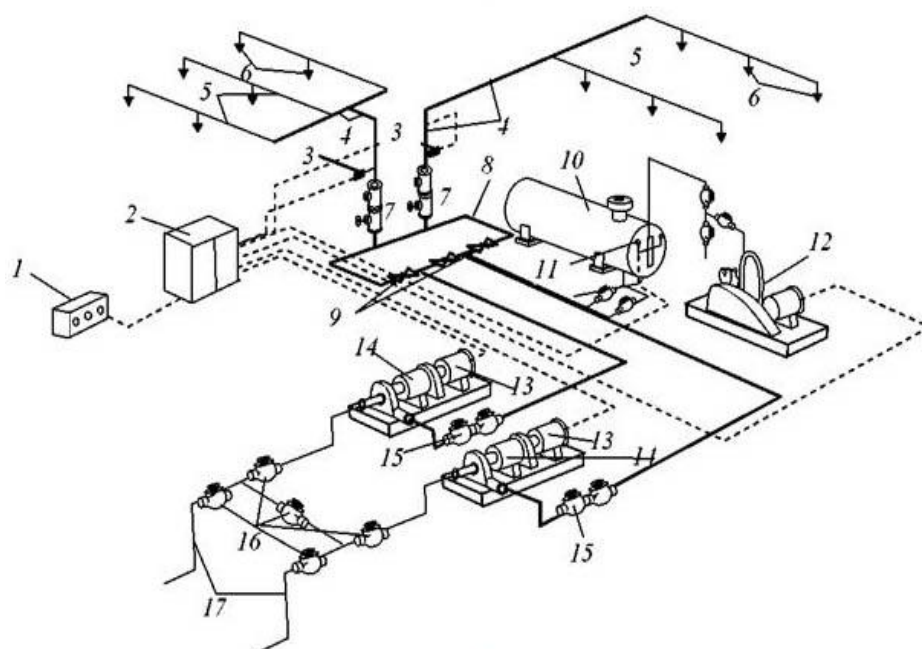
Установки пожаротушения имеют следующие режимы работы: дежурный режим, режим тушения пожара, режим технического обслуживания, режим ремонта и режим нахождения в состоянии «отказ».

2. По принципу действия установки водяного пожаротушения подразделяются на спринклерные и дренчерные. Они получили свое название от английских слов *sprinkle* (брызгать, моросить) и *drench* (мочить, орошать). Спринклерные установки предназначены для обнаружения и локального тушения пожаров и загораний, охлаждения строительных конструкций и подачи сигнала о пожаре. Дренчерные установки служат для обнаружения и тушения пожаров по всей защищаемой площади, а также для создания водяных завес. Спринклерная установка водяного пожаротушения, представленная на рис. 2.2, работает следующим образом. В дежурном режиме спринклерная установка находится под давлением, создаваемым импульсным устройством 10. При возникновении пожара вскрывается тепловой замок спринклерного оросителя 6. Распыленная вода из распределительной сети 5 через спринклеры подается в очаг пожара. Давление в

питающем трубопроводе 4 падает, срабатывает контрольно-сигнальный клапан узла управления 7, пропуская воду в распределительную сеть установки. Вода в начальный период поступает к узлу управления от импульсного устройства 10. При срабатывании клапана в узле управления вода поступает и к сигнализатору давления (СДУ) 3. Электрический импульс от СДУ подается на щит управления и контроля 2, обеспечивающего включение насоса 14 и подачу сигнала тревоги о возникновении пожара и срабатывании установки. Электроконтактные манометры (ЭКМ) 11, установленные на импульсном устройстве 10, предназначены для формирования сигнала об утечке (падении давления) воды (воздуха), а в отдельных случаях – для обеспечения включения насоса. Спринклерные установки водяного пожаротушения в зависимости от температуры воздуха в защищаемых помещениях бывают: водозаполненные – для помещений с минимальной температурой воздуха 5 °С и выше; воздушные – для неотапливаемых помещений зданий, с минимальной температурой воздуха ниже 5 °С.

В случае, когда питающая и распределительная сеть спринклерной установки заполнена воздухом, при срабатывании оросителя из сети выходит воздух, давление в ней падает, а далее работа установки происходит аналогично водозаполненной установке.

Рис. 2.2. Принципиальная схема спринклерной установки водяного



пожаротушения:

1 - приемно-контрольный прибор; 2 - щит управления; 3 - сигнализатор давления СДУ; 4 - питающий трубопровод; 5 - распределительный трубопровод; 6 - спринклерные оросители; 7 - узел управления; 8 - подводящий трубопровод; 9, 16 - нормально открытые задвижки; 10 - гидропневмобак (импульсное устройство); 11 - электроконтактный манометр; 12 - компрессор; 13 - электродвигатель;

14 - насос; 15 - обратный клапан; 17 - всасывающий трубопровод

Автоматическое включение дренчерных установок осуществляют от побудительной системы с тепловыми замками или спринклерными оросителями, от автоматических пожарных извещателей, а также от технологических датчиков. Работа дренчерной установки водяного пожаротушения, схема которой представлена на рис. 2.3, осуществляется следующим образом.

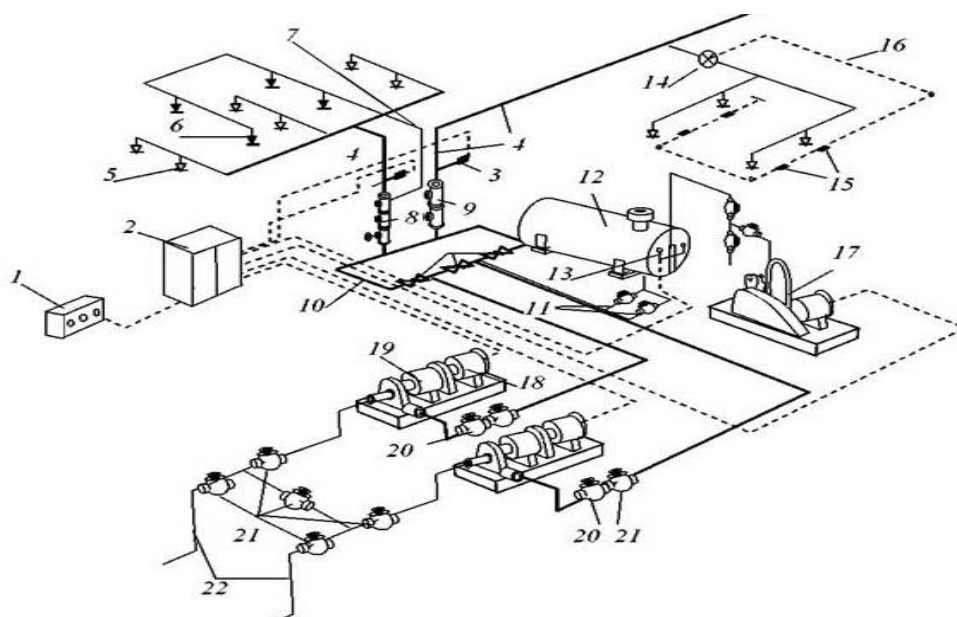


Рис. 2.3. Принципиальная схема дренчерной установки водяного пожаротушения:  
 1 - щит сигнализации; 2 - щит управления; 3 - сигнализатор давления СДУ;  
 4 - питающий трубопровод; 5 - дренчерные оросители; 6 - спринклерные оросители;  
 7 - побудительная сеть; 8 - узел управления с клапаном ГД; 9 - узел управления с клапаном ГД; 10 - подводящий трубопровод; 11, 21 - нормально открытые задвижки;  
 12 - гидропневмобак; 13 - ЭКМ; 14 - клапан пусковой тросовый типа КПТА;  
 15 - тросовый замок; 16 - трос; 17 - компрессор; 18 - электродвигатель; 19 - насос;  
 20 - обратный клапан; 22 - всасывающий трубопровод

В дежурном режиме побудительная сеть 7 со спринклерными оросителями 6 находится под давлением воды, создаваемым гидропневмобаком 12, а питающий трубопровод 4 через дренчерные оросители 5 сообщается с атмосферой. При пожаре спринклерный ороситель вскрывается, вода выходит из побудительной сети 7, давление в ней падает, в результате чего срабатывает клапан группового действия (ГД) 8. Вода из распределительной сети поступает к дренчерным оросителям 5. При падении давления в системе трубопроводов установки снижается давление и в гидропневмобаке 12, электроконтактные манометры 13 выдают импульс на щит управления 2. Со щита управления сигнал поступает на выносной щит сигнализации 1 и командный импульс на включение электродвигателя 18 насоса 19, обеспечивающего требуемый расход воды на тушение пожара.

В случае использования тросового привода при повышении температуры распадается тросовый замок 15, обеспечивая включение клапана побудительного тросового (КПТА) 14. При срабатывании КПТА падает давление воды в трубопроводе 4 над клапаном 9, вследствие чего он открывается и пропускает воду к дренчерным оросителям. Далее работа установки происходит аналогично спринклерной.

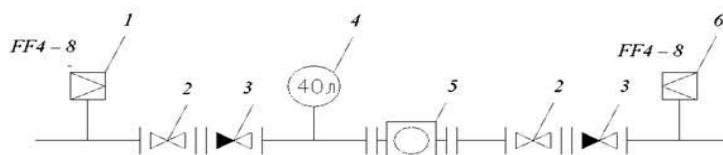


Рис. 2.4. Схема автоматического водопитателя с насосом подкачки:  
 1 - реле давления; 2 - механическая задвижка; 3 - обратный клапан;  
 4 - буферная емкость; 5 - насос-жокей; 6 - реле сухого хода

Вместо больших по емкости автоматических водопитателей в настоящее время применяют насосы подкачки (насос-жокей). На рис. 2.4 изображена одна из схем



подключения насоса подкачки в установку пожаротушения. Насос-жокей поддерживает с сети трубопроводов заданный напор. Реле давления 1 включается при падении давления, и насос подкачки поднимает напор до требуемого уровня. Задвижки 2 необходимы для производства ремонтных работ на насосе. Обратные клапаны 3 не дают протока воды из распределительных трубопроводов установки, буферная емкость 4 необходима для сглаживания небольших толчков давления в сети. Реле сухого хода 6 не включает насос при отсутствии воды в системе.

3. Регламентные работы по техническому обслуживанию и планово-предупредительному ремонту (ТО и ПНР) автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения, систем противоподымной защиты, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией должны осуществляться в соответствии с годовым планом-графиком, составляемым с учётом технической документации заводов-изготовителей сроками проведения ремонтных работ. ТО и ПНР должны выполняться специально обученным обслуживающим персоналом или специализированной организацией, имеющей лицензию, по договору.

В период выполнения работ по ТО или ремонту, связанных с отключением установки (отдельных линий, извещателей) руководитель предприятия обязан принять необходимые меры по защите от пожаров зданий, сооружений, помещений, технологического оборудования.

В помещении диспетчерского пункта (пожарного поста) должна быть вывешена инструкция о порядке действий оперативного (дежурного) персонала при получении сигналов о пожаре и неисправности установок (систем) пожарной автоматики. Диспетчерский пункт (пожарный пост) должен быть обеспечен телефонной связью и исправными электрическими фонарями (не менее 3 шт.)

Установки пожарной автоматики должны находиться в исправном состоянии и постоянной готовности, соответствовать проектной документации.

Перевод установок с автоматического пуска на ручной не допускается, за исключением случаев, оговоренных в нормах и правилах.

Баллоны и ёмкости установок пожаротушения, масса огнетушащего вещества и давление в которых ниже расчётных значений на 10% и более, подлежат дозарядке или перезарядке.

Системы оповещения о пожаре должны обеспечивать в соответствии с планами эвакуации передачу сигналов оповещения одновременно по всему зданию (сооружению) или выборочно в отдельные его части (этажи, секции и т.п.)

В лечебных и детских дошкольных учреждениях, а также спальных корпусах школ-интернатов оповещается только дежурный персонал.

Порядок использования систем оповещения должен быть определён в инструкциях по их эксплуатации и в планах эвакуации с указанием лиц, которые имеют право приводить эти системы в действие.

В зданиях, где не требуются технические средства оповещения о пожаре, руководитель объекта должен определить порядок оповещения людей о пожаре и назначить ответственных за это лиц.

Оповещатели (громкоговорители) должны быть без регулятора громкости и подключены к сети без разъёмных устройств.

При обеспечении надёжности для передачи текстов оповещения и управления эвакуацией допускается использовать внутренние радиотрансляционные сети и другие сети вещания, имеющиеся на объекте.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 2.1. Лабораторная работа №1 (2 часа)

**Тема: «Основы понятия теории автоматического регулирования»**

1. Основные определения и понятия теории автоматического регулирования. Классификация систем автоматического регулирования (САР).

2. Типовые динамические звенья САР и их характеристики.

3. Устойчивость и качество САР.

Описание работы

**2.1.1** Управление – это совокупность действий по переработке информации, ведущая к достижению поставленной цели. Система автоматического управления (САУ) – комплекс технических средств, решающих задачу управления без участия человека (иногда с его частичным участием).

В состав САУ входит ряд подсистем, имеющих определённое функциональное назначение, а именно:

- система автоматического регулирования (САР) – изменяет показатели технологического процесса (в дальнейшем - ТП) в соответствии с желанием человека, например, поддерживает на определенном уровне температуру охлаждения двигателя, либо система, которая выводит двигатель на заданный скоростной режим по определенной программе;

- система автоматического контроля (САК) – контролирует работоспособность всего технологического оборудования, в том числе и средств автоматики;

- система автоматической сигнализации (САС) – информирует человека о том, что какие-либо показатели ТП приближаются к опасным границам, например, сигнализация о повышении температуры охлаждения (АПС - аварийно-предупредительная сигнализация), а также даёт информацию о выполнении операций пуска, остановки механизмов, включении резерва и т.п. (исполнительная сигнализация);

- система автоматической защиты - прекращает технологический процесс, если какие-либо его показатели достигли опасных границ. Примером могут служить система защиты дизеля от чрезмерного падения давления циркуляционной смазки, система защиты парового котла при недопустимо низком уровне воды в пароводяном барабане;

- система автоматической регистрации – ведет документацию о протекании технологического процесса и хранит её определенное время;

- система автоматической оптимизации – выполняет поиск режима работы, соответствующего наивыгоднейшему с определённой точки зрения значению некоторого показателя и удерживает этот режим. Примером может служить система, находящая наилучшее сочетание частоты вращения вала двигателя и шага гребного винта, при котором обеспечивается наибольшее значение коэффициента полезного действия комплекса "корпус судна – двигатель – движитель".

Разумеется, степень сложности отдельных из указанных подсистем и, соответственно, трудность понимания их работы различны. Понятно, что системы, выполняющие простые функции или работающие эпизодически, для понимания просты и, если бы технологическое оборудование было стопроцентно надёжным, в них бы попросту не было необходимости. Наибольшее внимание привлекают системы автоматического регулирования, единственные (за исключением оптимизирующих систем, имеющих сравнительно небольшое распространение), которые изменяют показатели технологического процесса, и работа которых может быть понята при использовании достаточно серьёзного математического аппарата.

2. Типовым динамическим звеном САР является составная часть системы которая описывается дифференциальным уравнением не выше второго порядка. Звено, как

правило, имеет один вход и один выход. По динамическим свойствам типовые звенья делятся на следующие разновидности:

**Безынерционным звеном (усилительным, идеальным, пропорциональным, беземкостным, первого порядка и т.п.)**(рис 11.) называется такое звено, передача сигнала от входа к выходу которого осуществляется мгновенно, без какой-либо инерции.

Для безынерционного звена статическая характеристика совпадает с динамической характеристикой, поэтому динамическое уравнение имеет следующий вид:

$$Y = KX$$

где  $K$  – коэффициент усиления или передачи.

Передаточная функция совпадает с коэффициентом усиления:

$$W(p) = Y / X = K$$

*Примерами* такого звена являются рычаг, потенциометр, трансформатор, механическая передача.

**Инерционным звеном или апериодическим**(рис.12.) называется звено, в котором при подаче на вход скачкообразного сигнала его выходная величина запаздывает относительно входной и изменяется апериодически по экспоненциальной кривой с постоянной времени  $T$  по уравнению.

$$T \frac{dY}{dt} + Y = KX$$

где  $T$  – постоянная времени звена,  $K$  – коэффициент усиления.

Передаточная функция звена

$$W(p) = Y / X = K / (Tp + 1)$$

**Дифференцирующим** звеном (рис 13) называется такое звено, в котором в идеальном случае выходная величина является производной от входной величины.

Уравнение звена имеет следующий вид:

$$Y(t) = K \frac{dX}{dt} \quad \text{или} \quad Y = KpX$$

Передаточная функция звена имеет вид:

$$W(p) = Kp / (Tp + 1)$$

**Колебательным**(рис.15.) называется звено, в котором при скачкообразном изменении величины на входе выходная величина стремится к новому установившемуся значению, совершая относительно него колебания с амплитудой, затухающей по закону экспоненты. Связь между входом и выходом звена определяется дифференциальным уравнением:

$$T_2 \frac{d^2 Y}{dt^2} + T_1 \frac{dY}{dt} + Y = KX$$

где  $T_1$  и  $T_2$  - постоянные коэффициенты.

Передаточная функция имеет вид:

$$W(p) = \frac{K}{T_2 p^2 + T_1 p + 1}$$

*Примерами* такого звена являются поплавковый дифманометр, мембранный пневмоклапан.

3. Понятие устойчивости является важнейшей качественной оценкой динамических свойств САР. Устойчивость САР связана с характером её поведения после прекращения внешнего воздействия. Это поведение описывается свободной составляющей решенная дифференциального уравнения, которое описывает систему. Если свободная составляющая рабочего параметра объекта управления после прекращения внешнего

воздействия стремится к нулю, то такая система является устойчивой. Другими словами - устойчивость системы это есть затухание ее переходных процессов.

Если свободная составляющая стремится к конечному значению или имеет вид гармонических колебаний с постоянной амплитудой, то система считается нейтральной. В том случае, если свободная составляющая неограниченно возрастает или имеет вид гармонических колебаний с возрастающей амплитудой, то система считается неустойчивой.

Оценка устойчивости производится на основе результатов исследования свободной составляющей, которая представляет собой решение однородного дифференциального уравнения при заданных начальных условиях: (4.1)

$$(\alpha_0 S^n + \alpha_1 S^{n-1} + \dots + \alpha_n) y = 0$$

Решение уравнения (4.1) представляет собой сумму слагаемых, вид которых определяется значениями корней характеристического уравнения:

$$\alpha_0 S^n + \alpha_1 S^{n-1} + \dots + \alpha_n = 0$$

Если система представлена в виде передаточной функции, то для анализа устойчивости используется ее собственный оператор (знаменатель передаточной функции).

Полученные корни характеристического уравнения могут быть представлены в виде точек на комплексной плоскости.

Для устойчивых систем необходимо и достаточно, чтобы все корни характеристического уравнения лежали слева от мнимой оси комплексной плоскости. Если хотя бы один вещественный корень или пара комплексных сопряженных корней находится справа от мнимой оси, то система является неустойчивой. Если имеется нулевой корень или пара чисто мнимых корней, то система считается нейтральной (находящейся на границе устойчивости и неустойчивости). Таким образом, мнимая ось комплексной плоскости является границей устойчивости.

С целью упрощения анализа устойчивости систем разработано ряд специальных методов, которые получили название критерии устойчивости. Критерии устойчивости делятся на две разновидности: алгебраические и частотные. Алгебраические критерии являются аналитическими, а частотные - графо-аналитическими. Критерии устойчивости позволяют также оценить влияние параметров системы на устойчивость.

## **2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа)**

**Тема: «Классификация и общие технические требования к установкам пожарной автоматики»**

1. Основные информационные параметры пожара.
2. Преобразование информации пожарными извещателями.
3. Характеристики и структура пожарных извещателей.
4. Принципы построения и типы пожарных извещателей.
5. Особенности преобразования сигналов от чувствительных элементов извещателей: аналоговые, цифровые и релейные методы.
6. Методы борьбы с помехами и ложными срабатываниями извещателей.
7. Оценка времени обнаружения пожара и принципы размещения извещателей на объекте.

### **2.2.1 Описание работы**

1. 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 сконструированы таким образом, чтобы реагировать на изменение одного или нескольких параметров пожара. В зависимости от

вида контролируемого параметра они разделяются на тепловые, дымовые, пламени (световые), газовые и комбинированные извещатели. Автоматические пожарные извещатели преобразуют неэлектрические информационные параметры пожара в электрические сигналы, которыми достаточно свободно можно 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. Приведем основные положения, необходимые для понимания взаимодействия извещателей с конвективной струей очага горения.

Точечный дымовой пожарный извещатель рекомендуется производить в соответствии с его способностью обнаруживать различные типы дыма.

Линейные дымовые оптико-электронные пожарные извещатели если зона контроля представляет собой протяженный объект больших геометрических размеров

Пожарные извещатели пламени если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается появление открытого пламени и развитие загорания с высокой скоростью.

Тепловая пожарные извещатели если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается значительное тепловыделение.

Линейные тепловые пожарные извещатели (термокабели) на его начальной стадии предполагается значительные тепловыделения, при этом зона контроля представляет собой протяженный объект сложной геометрической формы.

Газовые пожарные извещатели выделение на начальной стадии пожара определенных видов газа в концентрациях.

Комбинированные пожарные извещатели в зоне контроля доминирующий фактор пожара не определен.

2. В системах пожарной сигнализации извещатели предназначены для обнаружения конкретного фактора пожара или комбинаций факторов:

Дым. При оценке этого фактора извещателем анализируется наличие продуктов горения в воздухе в объеме защищаемого помещения. Можно выделить два наиболее распространенных типа извещателей, работающих по факту обнаружения дыма:

Извещатели, производящие локальный (точечный) контроль оптической плотности воздуха, попадающего в оптическую камеру извещателя при перемещении воздушных потоков в помещении. Для этого в оптической камере пожарного извещателя под определенным углом устанавливаются инфракрасный светодиод и фотоприёмник. В дежурном режиме работы извещателя инфракрасное излучение от светодиода не попадает на фотоприёмник. Однако при наличии в оптической камере дыма, его частицы рассеивают инфракрасное излучение, и оно достигает фотоприёмника. При потоке отражённого света выше установленной величины извещатель пожарный дымовой формирует сигнал пожарной тревоги.

Извещатели, контролирующие оптическую плотность воздуха в определённом объёме (линейные извещатели). Данные извещатели являются двухкомпонентными, состоящими из излучателя и приёмника (либо из одного блока приёмника-излучателя и отражателя). Приёмник и передатчик такого извещателя располагаются у потолка на противоположных стенах защищаемого помещения. В дежурном режиме сигнал передатчика фиксируется приёмником. В случае возгорания дым, поднимается к потолку, отражая и рассеивая сигнал передатчика. В приёмнике вычисляется отношение уровня текущей величины этого сигнала к уровню сигнала, соответствующему сигналу в дежурном режиме. При достижении определённого порога этой величины формируется тревожное извещение о пожарной тревоге.

Тепло. В данном случае извещателями оценивается величина и рост температуры в защищаемом помещении. Тепловые извещатели подразделяются на:

Максимальные – формирующие извещение о пожаре при достижении ранее заданных значений температуры окружающей среды;

Дифференциальные - формирующие извещение о пожаре при превышении скорости нарастания температуры окружающей среды выше установленного порогового значения;

Максимально-дифференциальные - совмещающие функции максимального и дифференциального тепловых пожарных извещателей.

Открытое пламя. Извещатели пламени реагируют на такой фактор, как излучение пламени или тлеющего очага. Пламя различных материалов является источником оптического излучения, имеющим свои особенности в различных областях спектра. Соответственно, различные очаги горения имеют свою индивидуальную спектральную характеристику. Поэтому тип датчика выбирается с учётом особенностей источников излучения, расположенных в поле его действия.

**3.** Автоматические пожарные извещатели в зависимости от характера взаимодействия информационными характеристиками пожара можно разделить на три группы.

1-я группа - извещатели максимального действия. Они реагируют на достижение контролируемым параметром порога срабатывания. Максимальный тепловой пожарный извещатель - пожарный извещатель, формирующий извещение о пожаре при превышении температуры окружающей среды установленного порогового значения - температуры срабатывания извещателя.

2-я группа - извещатели которые реагируют на скорость нарастания контролируемого информационного параметра пожара. Такие извещатели называются дифференциальными. Таким образом, дифференциальный тепловой пожарный извещатель - пожарный извещатель, формирующий извещение скорости нарастания температуры окружающей среды выше установленного порогового значения.

3-я группа - извещатели, которые реагируют и на достижение контролируемым параметром заданной величины порога срабатывания, и на его производную. Такие извещатели называются максимально-дифференциальными.

По способу обнаружения пожара автоматические пожарные извещатели можно разделить на активные и пассивные. В основу работы активных извещателей положен принцип заполнения защищаемого помещения определенным видом энергии. При пожаре в помещении фокусируется изменение создаваемого поля и выдается сигнал тревоги. Пассивные точечные извещатели реагируют на характерные информационные свойства очага пожара в месте установки извещателя. В зависимости от способа восприятия изменения контролируемых параметров извещатели бывают точечные и линейные. Точечный пожарный извещатель (дымовой, тепловой) - пожарный извещатель, реагирующий на факторы пожара в компактной зоне (по НПБ 88-01). Линейный пожарный извещатель (дымовой, тепловой) - пожарный извещатель, реагирующий на факторы пожара в протяженной, линейной зоне (по НПБ 88-01).

Адресный пожарный извещатель - пожарный извещатель, который передает на адресный приемно-контрольный прибор код своего адреса вместе с извещением о пожаре (по НПБ 88-01).

Автоматический пожарный извещатель - пожарный извещатель, реагирующий на факторы, сопутствующие пожару (по ГОСТ 12.2.047).

Комбинированный пожарный извещатель - пожарный извещатель, реагирующий на два или более фактора пожара (по НПБ 88-01).

**4. Пожарный извещатель** — устройство для формирования сигнала о пожаре. Использование термина «датчик» является неправильным, так как датчик — это часть

извещателя. Несмотря на это, термин «датчик» используется во многих отраслевых нормах, в значении «извещатель».

Условное обозначение пожарных извещателей должно состоять из следующих элементов: ИП X1 X2 X3- X4- X5.

Аббревиатура ИП определяет наименование «извещатель пожарный». Элемент X1 — обозначает контролируемый признак пожара; вместо X1 приводят одно из следующих цифровых обозначений:

- 1 — тепловой;
- 2 — дымовой;
- 3 — пламени;
- 4 — газовый;
- 5 — ручной;
- 6...8 — резерв;

9 — при контроле других признаков пожара.

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

- 01 — с использованием зависимости электрического сопротивления элементов от температуры;
- 02 — с использованием термо-ЭДС;
- 03 — с использованием линейного расширения;
- 04 — с использованием плавких или сгораемых вставок;
- 05 — с использованием зависимости магнитной индукции от температуры;
- 06 — с использованием эффекта Холла;
- 07 — с использованием объемного расширения (жидкости, газа);
- 08 — с использованием сегнетоэлектриков;
- 09 — с использованием зависимости модуля упругости от температуры;
- 10 — с использованием резонансно-акустических методов контроля температуры;
- 11 — радиоизотопный;
- 12 — оптический;
- 13 — электроиндукционный;
- 14 — с использованием эффекта «памяти формы»;
- 15...28 — резерв;
- 29 — ультрафиолетовый;
- 30 — инфракрасный;
- 31 — термобарометрический;
- 32 — с использованием материалов, изменяющих оптическую проводимость в зависимости от температуры;
- 33 — аэроионный;
- 34 — термошумовой;
- 35 — при использовании других принципов действия.

Элемент X4 обозначает порядковый номер разработки извещателя данного типа.

Элемент X5 обозначает класс извещателя.

**5.** Современные замкнутые системы управления ЭП реализуются, как правило, на основе полупроводниковых элементах. В то же время подключение ЭД осуществляется с помощью рассмотренных электрических аппаратов с ручным и электромагнитным управлением.

Техническая реализация управляющих устройств современного ЭП весьма разнообразна. Они различаются по своей элементной базе, роду тока, мощности, конструктивному исполнению и многим другим признакам. Одним из основных признаков подразделения устройств управления является характер преобразования сигналов, по которому они делятся на аналоговые и дискретные.

Для аналоговых устройств характерна функциональная (линейная и нелинейная) зависимость между входным и выходным сигналами, при этом выходной сигнал может принимать любые значения. Примерами силовых аналоговых устройств могут служить управляемые выпрямители и преобразователи частоты, у которых напряжение и частота на выходе могут регулироваться в широких пределах.

Дискретный элемент может иметь только два уровня выходного сигнала — нулевой и максимальный, который появляется или исчезает при достижении входным сигналом определенного значения. Примерами дискретных элементов могут служить реле и бесконтактные логические элементы. На основе дискретных элементов создаются цифровые схемы управления ЭП.

До относительно недавнего времени задающие, регулирующие, согласующие и функциональные устройства, а также датчики координат ЭП выпускались отдельными сериями, «россыпью», что затрудняло проектирование схем управления, их наладку и эксплуатацию. Прогрессивным явлением в создании технических средств управления стала разработка унифицированной блочной системы регулирования (УБСР). Использование этой системы обеспечивает широкую унификацию производства комплектных средств управления, упрощает проектирование, наладку и эксплуатацию ЭП, улучшает технико-экономические показатели их работы.

Система УБСР имеет несколько ветвей — аналоговую, выполняемую на обычных элементах электроники (УБСР-А) и на интегральных микросхемах (УБСР-АИ), и дискретную (цифровую) на обычных элементах (УБСР-Д) и микросхемах (УБСР-ДИ).

Аналоговая ветвь УБСР-А состоит из набора транзисторных усилителей постоянного тока, командных и задающих устройств, функциональных преобразователей, датчиков координат и блоков питания. Развитием аналоговой ветви УБСР-А явилась разработка серии УБСР-АИ на интегральных микросхемах, применение которых позволило улучшить технические характеристики схем управления и расширить их функциональные возможности. Блоки УБСР-АИ размещаются на сменных ячейках со штепсельными разъемами и имеют печатный монтаж.

**6.** За последнее десятилетие на базе комплекса проведенных теоретических и экспериментальных исследований создан целый ряд извещателей, приборов приемно-контрольных и систем передачи извещений с расширенными тактико-техническими характеристиками, улучшенными методами обнаружения и способами обработки информации. Несмотря на это, проблема ложных срабатываний сигнализации остается в настоящее время одной из основных причин, снижающих эффективность охраны. Анализ причин ложных срабатываний показывает, что большинство из них происходит из-за неудовлетворительного технического состояния аппаратуры охранной сигнализации на охраняемых объектах, серьезных упущений в организации работы электромонтеров охранно-пожарной сигнализации и инженерно-технических работников подразделений вневедомственной охраны.

Опыт работы в сфере безопасности свидетельствует, что при проведении целенаправленных мероприятий по улучшению технического обслуживания технических средств охранной сигнализации количество ложных срабатываний сигнализации может быть сведено к минимуму.

Ложным срабатыванием называется сформированное техническими средствами охранной сигнализации извещение о нарушении на объекте при отсутствии явных признаков, характеризующих эти события. Таким образом, под ложным срабатыванием технического средства охранной сигнализации понимается любое тревожное извещение, вызванное сбоями (отказами) аппаратуры или другими событиями, не связанными с попытками проникновения на охраняемый объект.

Уменьшение числа ложных срабатываний и, следовательно, повышение эффективности функционирования подразделений вневедомственной охраны представляет собой сложную комплексную проблему, включающую в себя вопросы



повышения помехоустойчивости и надежности технических средств охранной сигнализации, как на этапе разработки и серийного производства, так и на этапе эксплуатации. Достаточно ответственным этапом по обеспечению требований помехоустойчивости и надежности является этап разработки и серийного производства. От того, насколько всесторонне учтены при проектировании условия производства и эксплуатации аппаратуры, в конечном счёте, зависит эффективность ее функционирования.

К ложным срабатываниям могут привести ошибки, внесенные при обследовании объекта, выборе необходимых технических средств охранной сигнализации, проектировании схемы защиты объекта, монтаже и сдаче в эксплуатацию технических средств охранной сигнализации по причине:

- неквалифицированного обследования объекта;
- выбора технических средств охранной сигнализации без учета влияния помех, факторов, воздействующих на их работоспособность, выхода параметров аппаратуры за пределы граничных условий применения;
- неправильного выполнения (или отсутствия) работ по инженерно-технической укреплённости объекта;
- отступления от проекта или акта обследования при проведении монтажных работ;
- некачественного проведения (или отсутствия) входного контроля технических средств охранной сигнализации;
- неправильного выбора структуры сигнализации и тактики охраны;
- несоответствия проведения монтажных работ нормативным документам;
- неполноты эксплуатационной документации или ее отсутствие;
- недостаточной требовательности к руководителю, ответственному лицу, собственнику объекта при нарушении правил сдачи (снятия) объекта под охрану, эксплуатации технических средств охранной сигнализации;
- не уведомления сотрудников вневедомственной охраны о ремонтных, строительных работах на объекте, а также работах на автоматических телефонных станциях и абонентских телефонных линиях;
- несоответствующего качества и периодичности проведения технического обслуживания или ремонта технических средств охранной сигнализации;
- неправильного анализа причин возникновения ложных срабатываний, их локализации, устранения или нейтрализации;
- отказа технических средств охранной сигнализации, шлейфов сигнализации, линий связи и электропитания;
- отсутствия измерений (выявления изменений) помеховой обстановки на объекте;
- недостаточности (или отсутствия) технического контроля (надзора) эксплуатации технических средств охранной сигнализации и технической укреплённости объекта.

Таким образом, работы по сокращению количества ложных срабатываний технических средств охранной сигнализации представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на повышение надежности функционирования этих средств на охраняемых объектах, АТС (при наличии там аппаратуры СЦН) и пункте централизованной охраны.

7. 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 сконструированы таким образом, чтобы реагировать на изменение одного или нескольких параметров пожара. В зависимости от вида контролируемого параметра они разделяются на тепловые, дымовые, пламени (световые), газовые и комбинированные извещатели. Автоматические пожарные

извещатели преобразуют неэлектрические информационные параметры пожара в электрические сигналы, которыми достаточно свободно можно 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.

Получив количественную оценку тепло производительности очага пожара, можно определить изменение температуры в любой точке помещения, что является необходимым для оптимизации размещения тепловых пожарных извещателей.

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

Дымовой пожарный извещатель срабатывает при достижении концентрации дыма в месте его установки, равной пороговому значению для данного извещателя. Дым — это совокупность твердых и жидких частиц, взвешенных в воздухе или другой газообразной среде. Частички дыма в большинстве случаев очень малы (0,1 – 1,0 мкм). Под влиянием движения частицы в облаке дыма сталкиваются друг с другом и слипаются (коагулируют), а средний размер частиц при этом увеличивается. Видимый человеческим глазом дым – это частицы размером от 0,4 до 10 мкм и более. Концентрация дыма определяется массой частиц аэрозоля в измеряемом объеме и выражается в кг/м<sup>3</sup>; числом частиц, содержащихся в 1 см<sup>3</sup> дыма, п/м<sup>3</sup>; а также оптическими характеристиками: оптической плотностью D и показателем ослабления светового потока a, проходящего в задымленной среде путь длиной L.

### **2.3 Лабораторная работа №3 (4 часов)**

**Тема: «Автоматические установки порошкового и аэрозольного пожаротушения»**

1. Основные характеристики огнетушащих порошков и аэрозолей в АУП.
2. Функциональные схемы, конструктивные особенности элементов и узлов порошковых и аэрозольных АУП: импульсные, модульные и агрегатные.
3. Расчет порошковых и аэрозольных АУП. Электроуправление и сигнализация порошковых и аэрозольных АУП.
4. Основные требования к монтажу, особенности приемки в эксплуатацию и проверке работоспособности порошковых и аэрозольных АУП.

#### **2.3.1 Описание работы:**

1. Автоматические установки порошкового пожаротушения должны обеспечивать: своевременное обнаружение пожара автоматической установкой пожарной сигнализации, входящей в состав автоматической установки порошкового пожаротушения;

подачу порошка из распылителей автоматических установок порошкового пожаротушения с требуемой интенсивностью подачи порошка.

Порошковые АУПТ используют огнетушащий порошок. Применяются для локализации и ликвидации пожаров классов А, В, С и электрооборудования (электроустановок под напряжением). Установки могут применяться для локализации или тушения пожара на защищаемой площади, локального тушения на части площади или объема, тушения всего защищаемого объема. При использовании импульсных модулей порошкового пожаротушения параметр пробивного напряжения в расчет может не приниматься.

Аэрозольные АУП - установки пожаротушения, в которых в качестве огнетушащего вещества используется аэрозоль, получаемый при горении АОС. В состав аэрозоля входят высокодисперсные твердые частицы, величина дисперсности которых не превышает 10мкм и инертные газы.

Установка аэрозольного пожаротушения на основе ГОА с автономным пуском, не требующая внешних источников энергоснабжения, не содержащая приборов (устройств) контроля и управления (ПКУ) ГОА и не связанная с установкой пожарной сигнализации.

2. Техническое обслуживание автоматических установок порошкового пожаротушения (АУПП) должно проводиться в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и проектной документацией, с учетом технической документации на элементы, входящие в состав АУПП в объеме и сроки, установленные специальными графиками, но не реже одного раза в квартал.

В процессе эксплуатации установок порошкового пожаротушения должен быть обеспечен контроль при внешнем осмотре:

- отсутствия вмятин, сколов, глубоких царапин на корпусе, узлах управления, головке модуля порошкового пожаротушения, состояние защитных и лакокрасочных покрытий;

- контроль давления газа-вытеснителя для модулей закачного типа (в том числе и для модулей с запасом ОТВ);

- контроль массы (для сжатых газов – давления) газа-вытеснителя для других типов модулей кратковременного действия (в том числе и для модулей с запасом ОТВ);

- сохранность заводских пломб на предохранительных устройствах согласно документации на модуль;

- наличие четкой маркировки модуля;

- состояние насадков и трубопроводов (при их наличии) на предмет механических повреждений, следов коррозии, грязи или других предметов, препятствующих выходу огнетушащего порошка из трубопровода или модуля;

- надежность крепления трубопроводов и модулей;

- наличие устройств защиты от несанкционированного пуска установки;

- состояние линейной части шлейфа сигнализации;

- соответствие проложенных электропроводок, установленных извещателей, приборов, коробок и т.д. проектной документации или акту обследования.

Если в ходе контроля обнаружены недостатки, необходимо устранить их причины, провести на месте профилактические работы (подкрасить, протереть и т.п.). При невозможности устранения недостатков произвести замену элементов, снятые с эксплуатации элементы установки направить в ремонт и на дополнительные испытания, например гидравлические (в случае наличия повреждения корпуса модуля).

При проведении освидетельствования модуля следует разрядить баллон с огнетушащим порошком и баллон с газом-вытеснителем (при его наличии). Корпус баллона должен быть очищен от остатков порошка. Следует произвести внешний и внутренний осмотры, а также гидравлическое испытание на прочность. После успешного проведения испытаний модуль должен быть просушен до удаления следов влаги и заряжен огнетушащим порошком.

Рекомендуется перед заправкой освидетельствованного модуля осуществлять проверку основных эксплуатационных показателей огнетушащего порошка (содержание влаги, способность к водоотталкиванию, склонность к влагопоглощению и слеживаемости, текучесть) на соответствие требованиям ГОСТ Р 53280.4.

В случае положительного результата проверки производят заправку модуля, при отрицательном результате огнетушащий порошок утилизируют.

Хранение огнетушащего порошка должно осуществляться в герметичной таре, исключаяющей его взаимодействие с атмосферным воздухом.

Технические средства АПС, в том числе звуковые и световые оповещатели в составе установки порошкового пожаротушения, а также продолжительность временной задержки подачи ОТВ и отключение вентиляции защищаемого помещения до подачи ОТВ, предусмотренное в проекте, проверяются в соответствии с требованиями к АПС.

При этом следует предусмотреть меры, исключающие подачу ОТВ при проверке установки.

После срабатывания трубопроводной АУП следует осуществить продувку трубопровода осушенным сжатым газом до удаления следов огнетушащего порошка.

После срабатывания АУПП ее работоспособность восстанавливают в результате монтажа модулей с запасом ОТВ, которые должны храниться на складе объекта или организации, осуществляющей сервисное обслуживание установок пожаротушения.

Одновременная работа в защищаемых помещениях автоматических установок порошкового пожаротушения и систем противодымной вентиляции (дымозащиты) не допускается.

Удаление газов и дыма после пожара из помещений, защищаемых установками порошкового пожаротушения, следует осуществлять в соответствии с [9]. Допускается использовать для этих целей также системы основной и аварийной вентиляции или передвижные установки.

Для удаления остаточной порошковой массы после пожара из помещений может быть предусмотрено применение промышленных пылесосов или систем вакуумной пылеуборки.

Запрещается:

- производить техническое обслуживание модуля при включенном режиме автоматического пуска АУПП;
- срывать пломбы, разбирать предохранительные клапаны;
- в модулях с газогенерирующими элементами (ГГЭ) в качестве источников газа, запрещается разбирать и наносить удары по корпусу ГГЭ;
- использование трубопроводов установки для подвески или крепления какого-либо оборудования;
- использовать элементы установки, модули в частности, с истекшим сроком проверки качества огнетушащего порошка и сроком службы.

3. эрозольные АУП – установки пожаротушения, в которых в качестве огнетушащего вещества (ОВ) используется аэрозоль, получаемый при горении аэрозолеобразующих составов (АОС). В состав аэрозоля входят высокодисперсные твёрдые частицы, величина дисперсности которых не превышает 10 мкм и инертные газы.

По эксплуатационно-технологическому назначению компоненты АОС подразделяются на базовые, целевые и технологические. Широко используемые окислители и горючие условно называются базовыми компонентами, а их смеси – базовыми составами. Базовые компоненты (составы) – обеспечивают протекание устойчивой самоподдерживающейся (во всем диапазоне внешних воздействий) химической реакции окисления компонентов смеси (процесса горения). На их основе разрабатывают различные типовые и специальные рецептуры с требуемыми эксплуатационными показателями, по различным технологиям изготавливают огнетушащие заряды. Целевые компоненты – предназначены для придания составам, их зарядам, процессу горения и продуктам сгорания требуемых физико-химических и эксплуатационных свойств.

Технологические компоненты – служат для обеспечения технологичности, экономичности и безопасности производства огнетушащих зарядов.

По физико-химическому назначению компоненты АОС можно классифицировать на следующие основные категории:

- а) окислители;
- б) горючие;
- в) связующие (цементаторы) – вещества, обеспечивающие механическую прочность формируемых огнетушащих зарядов;

г) флегматизаторы – вещества, уменьшающие температуру и скорость горения состава, а также чувствительность его к механическим, тепловым и другим внешним воздействиям;

д) стабилизаторы – вещества, увеличивающие химическую стойкость состава; е) катализаторы (ингибиторы) – вещества, ускоряющие (замедляющие) процесс горения;

ж) вещества технологического назначения (смазочные, растворители и т. п.).

Процесс горения твердотопливных АОС представляет собой комплекс экзотермических химических реакций. Реакции горения начинаются на поверхности состава, а заканчиваются в газовой фазе (в пламени). Соединения металлов, получаемые в процессе химических реакций в пламени в газо-, парообразном состоянии, попадая в окружающую среду, охлаждаются.

При этом происходит их конденсация с образованием в потоке выделившегося газа субмикронных размеров твердых частиц, например, различных соединений щелочных и щелочно-земельных металлов. Получаемую в процессе реакции горения двухфазную систему (смесь газов и твердых частиц) называют твердофазным аэрозолем.

Подавление с помощью АОС очагов горения в условиях возникшего пожара или предотвращение возникновения пожара, взрыва различных горючих веществ в замкнутых объемах зданий, помещений, сооружений и оборудовании по принципу действия относится к объемному способу комбинированного газового и порошкового пожаротушения, условно именуемому газопорошковым способом пожаротушения. Данному способу аэрозольного тушения свойственны основные закономерности, характерные для подавления горения газовыми и порошковыми составами. Вместе с тем тушение твердофазными аэрозолями, получаемыми при сжигании зарядов АОС, имеет ряд отличительных свойств, обеспечивающих более высокую огнетушащую эффективность по сравнению с известными газовыми и порошковыми составами:— АОС образуют большое количество инертных газов, что снижает содержание кислорода и реакционную способность горючей смеси в объеме;— образовавшиеся неспассивированные высокодисперсные частицы соединений калия обладают более высокой химической активностью и эффективно ингибируют газовое пламя (химически прерывая цепные реакции окисления);— твердые частицы аэрозолей размером в 10–100 раз меньше порошков обладают высоким теплопоглощением и заметно уменьшают температуру пламени;— аэрозоли имеют более высокие, чем порошки, показатели стабильности создаваемых концентраций (низкая скорость оседания частиц) и проникающей способности в труднодоступные, «тенивые» зоны защищаемого объема и др.

Анализ процессов получения аэрозоля и его взаимодействия с пламенем показал, что эффективность и механизм аэрозольного тушения (при прочих равных условиях) определяется главным образом следующими условиями:— разбавлением горючей среды газообразными негорючими продуктами реакции горения (аэрозолеобразования) АОС, продуктами разложения твердых частиц аэрозоля и потреблением (выжиганием) кислорода в защищаемом объеме;— ингибированием химических реакций в пламени свежееобразовавшимися высокодисперсными твердыми частицами аэрозоля ( $K_2CO_3$ ,  $KHCO_3$ ,  $KOH$ ,  $KCl$ ,  $K_2O$  и др.) и продуктами их разложения ( $K_2O$ ,  $KO$  и др.);— охлаждением зоны горения за счет поглощения тепла аэрозолем.

**3. Методические указания по проведению практических занятий** (не предусмотрено рабочей программой дисциплины).

**4. Методические указания по проведению семинарских занятий** (не предусмотрено рабочей программой дисциплины).