

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 14.11.2022 15:29:14

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

проректор по учебной работе

Е. В. Кудряшов

2012 г.



ПОЖАРНО-ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Методические указания к проведению лабораторной работы по
дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и
заочной формы обучения всех специальностей и направлений

Курск 2012

УДК 658

Составители: В.В. Юшин, В.М. Попов, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Севернчук*

Пожарно-охранная сигнализация: методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Юшин, В.М.Попов, В.В.Протасов. Курск, 2012. 17с.: ил. 10, табл. 1. Библиогр.: с. 15.

Излагаются методические рекомендации по ознакомлению с автоматической пожарной и пожарно-охранной сигнализацией и изучению принципиальных схем извещателей, приемной станции, линий связи, а также в определении инерционности тепловых извещателей.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *12.03.* Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. *0,99.* Уч.-изд.л. *0,89.* Тираж 50 экз. Заказ *480.* Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы заключается в ознакомлении с автоматической пожарной и пожарно-охранной сигнализацией, в изучении принципиальных схем извещателей, приемной станции, линий связи и в определении инерционности тепловых извещателей.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Автоматическая пожарная сигнализация основывается на явлениях, которые возникают при загорании (пожаре). Внешне пожар воспринимается как интенсивное горение, представляющее собой сложный химический процесс, сопровождающийся повышением температуры окружающей среды, излучением энергии, света и выделением продуктов горения.

Горящие вещества излучают энергию, которая зависит от температуры пламени, изменяющейся в пределах от 650 до 2000°C и более. Количество воздуха, участвующее в процессе горения, влияет на состав продуктов горения. При недостатке воздуха сгорание вещества неполное, что ведет к выделению большого количества дыма.

Окружающая среда, в частности воздух, характеризуется определенным состоянием, которое принято считать за нормальное. Поэтому перечисленные выше явления такие как: появление дыма или открытого огня, повышение температуры и т.п. свидетельствуют о начинающемся или имеющемся или имеющем место пожаре. Фиксирование этого изменения окружающей среды возможно применением автоматических приборов, которые способны реагировать на явления, сопутствующие загоранию. Такие приборы называются автоматическими пожарными извещателями (АПИ).

Каждая система автоматической пожарной сигнализации состоит из извещателей, сети пожарной сигнализации, приемной станции или коммуникатора с источниками питания. На рис.1 приведена классификация систем пожарной сигнализации. В составе систем пожарной сигнализации выделяют комбинированные системы, предназначенные для сигнализации при возникновении пожара или проникновения нарушителей в охраняемое помещение.

Системы пожарной и пожарно-охранной сигнализации разделяются на автономные и централизованные.



Рис.1 Классификация систем пожарной и пожарно-охранной сигнализации

Автономные системы осуществляют охрану отдельных объектов с подачей сигналов тревоги на место установки приемно-контрольной аппаратуры.

Централизованные системы предусматривают наблюдение за охраняемым объектом с пульта централизованного наблюдения, устанавливаемого в помещении охраны.

Более эффективными являются централизованные системы. Внедрение централизованных систем сигнализации позволяет значительно снизить численность охраны, повысить ее надежность, оперативность в применении мер по ликвидации пожаров.

Системы автоматической пожарной сигнализации с установками активного пожаротушения обеспечивают не только оповещение о начавшемся пожаре, но и локальное тушение его в начальной стадии.

По способу проведения в действие пожарные извещатели подразделяются на ручные (кнопочные) и автоматические.

Автоматический пожарный извещатель является одним из главных элементов автоматической пожарной сигнализации.

В зависимости от факторов, вызывающих срабатывание извещателей, АПИ в соответствии с ССБТ ГОСТ 12.4.009-83 «Пожарная техника для защиты объектов» делятся на четыре группы:

1. Тепловые, реагирующие на повышение температуры.
2. Дымовые, реагирующие на появление дыма.

3. Световые, реагирующие на появление открытого пламени.
4. Комбинированные.

По способу включения извещателей в сеть, системы пожарной сигнализации разделяют на кольцевые (шлейфные) и лучевые. В кольцевых системах их включают последовательно в одну линию, в лучевых имеется несколько лучей, в которые их включают параллельно.

Основные виды систем (станций) пожарной сигнализации приведены на плакатах у стенда. Для сравнения эффективности работы извещателей используются следующие основные параметры:

Чувствительность - определяется величиной минимального количества тепла, дыма и излучения, приводящего к срабатыванию извещателя.

Зона действия - объем пространства или площадь, в пределах которых регистрируется очаг загорания.

Инерционность - определяется временем, измеряемым с момента воздействия на извещатель определенного источника (тепла, дыма или излучения), до срабатывания его. Инерционность является решающим фактором при определении защитных возможностей извещателя.

Тепловые извещатели. Принцип действия заключается в изменении свойств чувствительных элементов при изменении температуры.

Тепло, переданное извещателю, может вызвать в нем различные действия. Наиболее простое использование тепла в извещателях заключается в расплавлении легкоплавкой вставки, вследствие чего происходит замыкание или размыкание цепи. Второй метод использования тепла построен на тепловом расширении металлов или газов, и третий заключается в использовании теплосопровителений полупроводников, которые при нагревании значительно уменьшают свое электрическое сопротивление. В современных тепловых извещателях используется в основном третий способ.

В качестве чувствительных элементов применяют биметаллические пластинки различных геометрических форм, легкоплавкие сплавы, терморпары, полупроводниковые и магнитные материалы.

Тепловые извещатели бывают максимального действия типа ИП-104-1; ИП-105-2/1: термоизвещатель ТРВ, ДТЛ. Эти извещатели срабатывают при определенном пороговом значении температуры.

Извещатели дифференциального действия типа ДПС-038 на

термопарах, ПТИМ, которые срабатывают при заданной скорости нарастания температуры.

Максимально-дифференциального действия МДПИ-028 - срабатывают при достижении одного из двух выше указанных параметров.

Регулировка термоизвещателей производится:

максимальных - в пределах от +20 до +120°C с разделением этого диапазона на три интервала от +20 до 50°C: от +40 до 100°C и от +80 до +120°C;

дифференциальных - на скорость нарастания температуры от 5° до 10°С в минуту.

Биметаллическая пластинка 1 состоит из двух спрессованных слоев металла с разными коэффициентами линейного расширения β_1 и β_2 (Рис.2). При нагревании металл с большим коэффициентом

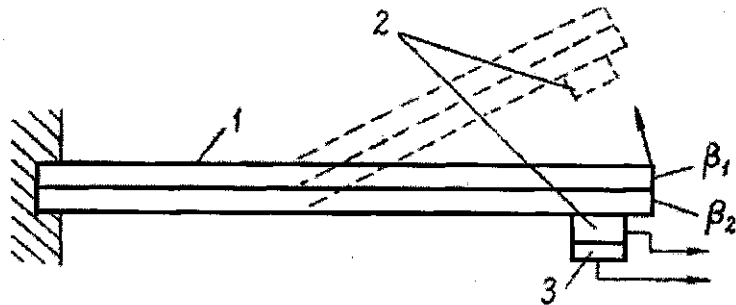


Рис.2 Биметаллический чувствительный элемент.

линейного расширения (активный) удлиняется, пластинка прогибается в сторону пассивного слоя и переключает контакты цепи сигнализации (подвижный 2 и неподвижный 3).

Извещатель тепловой легкоплавкий ДТЛ. Чувствительный элемент 1 с температурой плавления 72°C соединяет две металлические пластинки 2 (Рис.3), которые крепятся винтами 4 на цоколе 5 и закрыты защитным колпачком 3. При нагревании сплав расплавляется и пластинки 2 размыкают цепь сигнализации 6.

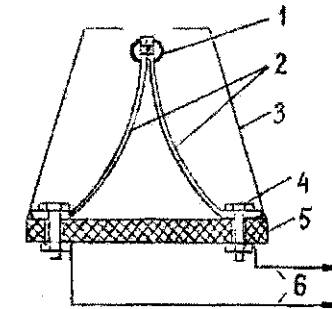


Рис.3. Схема извещателя ДТЛ.

Извещатели ТРВ (термореле взрывозащищенное) состоит из латунной трубки 5, соединенной со стержнем 3 и контактной группой 2 (рис.4). При нагревании трубка 5 удлиняется больше, чем стержень и тянет его за собой - контактная группа размыкает цепь сигнализации 6. Температура срабатывания устанавливается винтом 4 пружины 1.

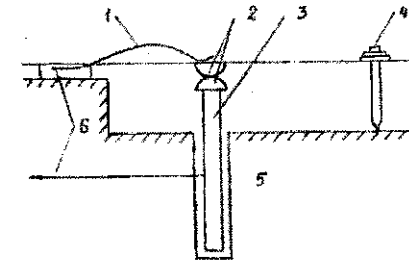
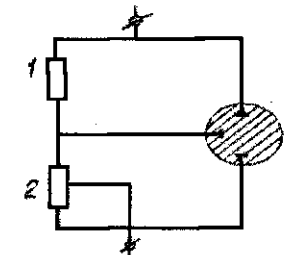


Рис.4. Извещатель ТРВ

Принципиальная схема полупроводникового теплового извещателя максимального действия (ПТИМ) показана на рис.5



1- полупроводниковое термосопротивление; 2- регулировочное сопротивление; 3- тиратрон
Рис.5. Схема полупроводникового теплового извещателя максимального действия ПТИМ

С повышением температуры окружающей среды полупроводниковое термосопротивление 1 (датчик) резко уменьшается и напряжение на управляющем электроде сетки тиратрона повышается. Как только это напряжение превысит напряжение зажигания, тиратрон 3 «зажигается», т.е. извещатель срабатывает. При этом между анодом и катодом тиратрона 3 пройдет значительный ток, который усилит ток к линии и обеспечит приведение в действие линейное реле, установленное в приемном аппарате.

Извещатель максимального действия ИП 105-2/1 (ИТМ) собран на магнитоуправляемом контакте (герконе). При нормальной температуре контакты 1 замкнуты под действием продольного магнитного поля магнитной системы датчика, которая состоит из двух кольцевых постоянных магнитов 2 и термочувствительного феррита 3, расположенного между ними (Рис.6).

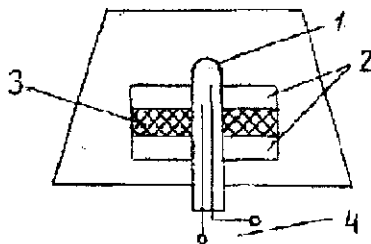


Рис. 6. Извещатель магнитный ИТМ

Под действием окружающей температуры, при достижении ею заданной величины, магнитная проницаемость феррита резко уменьшается, магнитное поле ослабляется, контакты геркона размыкают цепь сигнализации 4.

Дымовые извещатели. В начальной стадии пожар, как правило, развивается медленно и а течение длительного времени идет процесс тления с выделением большого количества продуктов горения (дыма) без значительного повышения температуры помещения. Тепловые извещатели в этих условиях срабатывают с большим опозданием.

Дым обладает двумя важными свойствами: он способен уменьшать интенсивность светового потока и изменять ионизацию воздушной среды, поскольку частицы дыма почти всегда несут в себе электрические заряды.

Отечественной промышленностью выпускаются автоматические дымовые извещатели, основанные на оптических свойствах дыма (оптико-электронные) типа фотоэлектрических ИДФ, ДИП и

радиоизотопные (ионизационные) типа АДИ, РИД-1.

Работа фотоэлектрических извещателей основана на обнаружении дыма по ослаблению первичного светового потока за счет уменьшения прозрачности окружающей среды.

В радиоизотопных извещателях чувствительным элементом является ионизационная камера (Рис.7), состоящая из двух электродов 1 и источника α -частиц 2 (изотоп плутония-239), который испускает

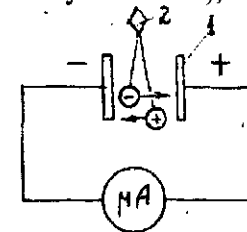


Рис.7. Ионизационная камера

α -частицы, ионизирующие воздушное пространство в камере. Положительно заряженные ионы перемещаются под действием силового поля к отрицательному электроду, а легкие отрицательные ионы и электроны - к положительному электроду. Между электродами возникает ионизационный электрический ток, сила которого уменьшается при попадании в камеру дыма и снижения степени ионизации газа. Электронная схема извещателя реагирует на изменение ионизационного тока и вырабатывает сигнал тревоги.

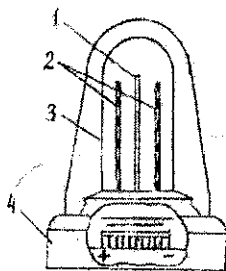
В собранном состоянии извещатель АДИ-1 совершенно безопасен для окружающих, т.к. излучение полностью поглощается ионизационной камерой и стенками корпуса извещателя. Он рассчитан на многократное действие при температурах от -30 до $+60^{\circ}\text{C}$ с относительной влажностью до 80%. Зона действия одного извещателя около 100 м^2 , а общая контролируемая установкой площадь составляет 10 тыс. м^2 .

Световые извещатели. Процесс горения сопровождается выделением лучистой энергии, количество которой увеличивается с повышением температуры. При высоких температурах в спектре излучения содержатся более короткие волны (видимый свет и ультрафиолетовые лучи), а при низких температурах - длинные (инфракрасные излучения).

Принцип работы извещателей, реагирующих на появление света, основан на использовании счетчиков фотонов (СИ-1, СИ-4Ф) и

фоторезисторов (ДПИД).

В автоматическом извещателе типа СИ (рис.8), реагирующем



1- катод; 2- цилиндрический анод;
3- стеклянный баллон; 4- основание

Рис.8. Автоматический извещатель типа СИ

на излучение пламени, в качестве датчика принят счетчик фотонов типа СФУ-2. Счетчик представляет собой цилиндрический стеклянный баллон, наполненный смесью газов. В нем помещены два электрода, один из которых выполнен в виде вытянутой по оси металлической нити, а другой - в виде цилиндра с вырезами. Для того, чтобы счетчик реагировал на какой-либо узкий спектр частот для противопожарных целей достаточно ограничиться диапазоном ультрафиолетовых излучений. Баллон счетчика изготавливают с определенными пропускными способностями.

К электродам счетчика подводится высокое напряжение (1200В). Если счетчик не освещен, то сопротивление газовой среды между электродами высокое и ток через счетчик не проходит. При освещении счетчика фотоны света, переходя через стекло в баллон, сталкиваются с атомами газа и ионизируют их. Образовавшиеся ионы под действием электрического поля перемещаются к электродам счетчика. Отрицательные ионы, попавшие на анод, приводят к появлению кратковременных импульсов тока в цепи счетчика. Электромагнитное реле, включающее сигнал тревоги, срабатывает тогда, когда усредненная величина импульсов счетчика фотонов превысит определенное значение, которое определяется критическим положением, или так называемым порогом срабатывания.

Данные	Извещатели		
	тепловой ПТИМ	дымовой АД-1	световой СИ
Принцип работы	на замыкание	на замыкание	по принципу прямой видимости
Температурный режим окружающей среды	от -30 до +40	от -30 до +60	от -60 до +40
Относительная влажность окружающей среды	до 98	до 80	до 80
Площадь, контролируемая извещателем, м ²	до 30	до 100	до 600
Инерционность извещателя, с	15	6	срабатывает мгновенно

ПРИЕМНАЯ СТАНЦИЯ

Приемная станция предназначена для приема сигналов от автоматических и ручных извещателей и подачи сигналов тревоги. Приемные станции электрической пожарной сигнализации устанавливаются в пожарной или сторожевой охране или в других помещениях (телефонные станции, дежурные комнаты и др.), обеспечивающих круглосуточно надежный прием сигналов тревоги.

В современных установках автоматической пожарной сигнализации принята лучевая система включения извещателей, т.е. каждому извещателю или их группе подводится пара проводов. В некоторых случаях разрешается объединение линий пожарной сигнализации с телефонной связью.

ПОЖАРНО-ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

При оборудовании объекта автономной системой пожарно-охранной сигнализации контрольно-сигнальные приборы устанавливаются внутри охраняемого объекта или в помещениях сторожевой охраны.

Все возможные места прикосновения на охраняемый объект (двери, окна, люки, лазы и др.) блокируются при помощи датчиков охранной сигнализации (электрические, емкостные, вибрационные и ультразвукового действия). В шлейф блокировки последовательно с датчиками охранной сигнализации или в самостоятельный шлейф включают автоматические тепловые извещатели максимального действия. Извещатели устанавливаются на потолке охраняемого помещения. При пожаре они срабатывают, выдавая сигнал тревоги

через прибор охранной сигнализации на местные или выносные сигналы тревоги. Блок-схема автономной пожарно-охранной сигнализации приведена на рис.9.

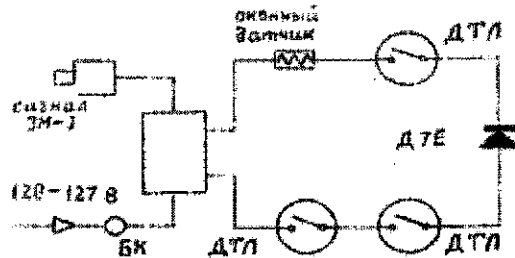
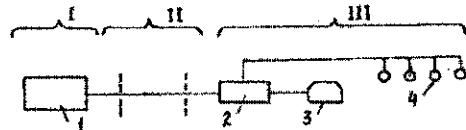


Рис.9. Блок-схема пожарно-охранной сигнализации

Для сигнализации о пожаре или повреждении шлейфа блокировки используют звонок громкого боя, сирену или сигнальную лампу. Режим сигнализации может быть непрерывный звуковой, мигающий световой или кратковременный звуковой и мигающий световой. При этом обеспечивается возможность подключения линии выносной сигнализации к пульту централизованного наблюдения.

Система пожарной сигнализации по телефонным проводам приведена на рис.10.



I - телефонная станция ЦБ; II - абонентская линия; III - охраняемое помещение; 1 - коммутатор; 2 - релейная приставка; 3 - телефонный аппарат; 4 - пожарные (пожарно-охранные) извещатели.

Рис.10. Схема пожарной сигнализации по телефонным проводам

В охраняемом помещении III автоматические извещатели 4 подключаются к телефонной линии через релейную приставку 2. В обычных условиях извещатели и приставка отключены от телефонной линии и не влияют на качество телефонной связи. В случае возникновения в защищаемом помещении пожара срабатывает извещатель и автоматически подключает релейную приставку к телефонной линии.

Этим самым от релейной приставки обеспечивается подача особо тревожного сигнала на коммутатор 1.

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

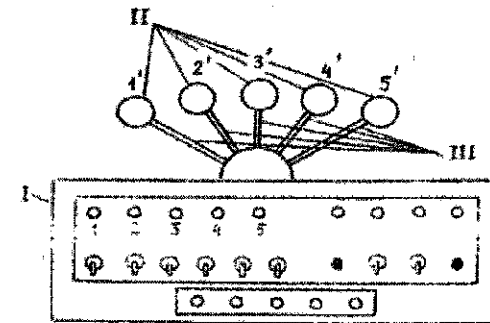
Лабораторная установка автоматической пожарной сигнализации (рис. 11) состоит из узлов типовой аппаратуры сигнализационной тепловой пожарной установки СПТУ-1. В качестве приемной станции для извещателей типа ПТИМ-1 используется станция СТ-5, которая включает в себя пять лучей с возможностью подключения в каждый луч до 5 извещателей.

Питание станции осуществляется от сети переменного тока, напряжением 220 В с потребляемой мощностью 55 Вт.

Станция СТ-5 рассчитана на нормальную работу при температуре окружающей среды от -18 до +35°C и относительной влажности до 80%.

К приемной станции СТ-5 подключены пять тепловых извещателей типа ПТИМ-1, шестой извещатель представлен в разрезе.

При воздействии на извещатель теплового источника на сигнальном табло приемной станции загорается лампочка с номером, соответствующим порядковому номеру луча и одновременно звонит звонок.



I - приемная станция СТ-5;

II - тепловые извещатели ПТИМ-1 (1', 2', 3', 4', 5');

III - линии связи;

1, 2, 3, 4, 5 - лучи для подключения извещателей.

Рис. 11. Схема лабораторной установки

Установка пожарно-охранной сигнализации состоит из прибора «Сигнал», пожарных извещателей АП-3М и ДТЛ, включенных последовательно в шлейф блокировки охранного вибрационного датчика. При нарушении линии блокировки или при пожаре подается звуковой и световой сигнал.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ НА СТАНЦИИ

1. Ознакомиться с содержанием работы и конструкцией установки.
2. На лицевой панели станции СТ-5 тумблеры извещателей №1 «Звонок тревоги» и «Автомат» поставить в положение «Включено».
3. Подать напряжение на станцию путем включения вилки в розетку и тумблера «Сеть». Включение станции проконтролировать появлением зеленого сигнала «ВКЛЮЧЕНО».
4. Поднести источник тепла (электрическую лампочку) поочередно к каждому из извещателей ПТИМ-1, включить секундомер и определить время срабатывания (инерционность) извещателей (появление световых сигналов на линии 1 «Пожар» и звукового сигнала).
5. Отключить станцию от электросети и перевести тумблеры линии связи в положение «ВКЛЮЧЕНО».
6. Результаты измерений записать в отчет.
7. Включить при помощи выключателя прибор «Сигнал-31».
8. Легким постукиванием около вибрационного датчика вызвать звуковой и световой сигнал.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Назначение и область применения автоматической пожарной и пожарно-охранной сигнализации.
4. Элементы автоматической пожарной сигнализации.
5. Типы и параметры автоматических извещателей.
6. Элементы автоматической пожарно-охранной сигнализации.
7. Механизм появления сигнала тревоги на станции СТ-5.
8. Результаты измерений времени срабатывания извещателей ПТИМ.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Виды пожарных сигнализаций. Преимущества и недостатки.
2. Виды систем пожарной сигнализации: автономные, централизованные.
3. Виды систем пожарной сигнализации по способу включения в сеть: кольцевые (шлейфные), лучевые. Их преимущества и недостатки.
4. Виды извещателей.
5. Основные параметры извещателей.
6. Принцип устройства и действия различных видов извещателей.
7. Принцип выбора извещателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности
2. СП 5.13130.2009 Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические
3. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
4. ГОСТ Р 53325-2009 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний

Приложение 1

Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемого помещения и вида пожарной нагрузки

Перечень характерных помещений производств, технологических процессов	Вид пожарного извещателя
1 Производственные здания:	Дымовой, тепловой, пламени
1.1 С производством и хранением: изделий из древесины синтетических смол, синтетических волокон, полимерных материалов, текстильных, текстильно-галантерейных, швейных, обувных, кожаных, табачных, меховых и целлюлозно-бумажных изделий, целлулоида, резины, резинотехнических изделий, горючих рентгеновских и кинофотопленок, хлопка	
лаков, красок, растворителей, ЛВЖ, ГЖ, смазочных материалов, химических реактивов, спиртоводочной продукции	
щелочных металлов, металлических порошков	Пламени
муки, комбикормов, других продуктов и материалов с выделением пыли	Тепловой, пламени
1.2 С производством: бумаги, картона, обоев, животноводческой и птицеводческой продукции	Дымовой, тепловой, пламени
1.3. С хранением: негорючих материалов в горючей упаковке, твердых горючих материалов	Дымовой, тепловой, пламени
Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС	Дымовой
2 Специальные сооружения:	Дымовой, тепловой
2.1 Помещения для прокладки кабелей, для трансформаторов и распределительных устройств, электрощитовые	
2.2 Помещения для оборудования и трубопроводов по перекачке горючих жидкостей и масел, для испытаний двигателей внутреннего сгорания и топливной аппаратуры, наполнения баллонов горючими газами	
2.3 Помещения предприятий по обслуживанию автомобилей	Дымовой, тепловой, пламени
3 Административные, бытовые и общественные здания и сооружения:	Дымовой

3.1 Зрительные, репетиционные, лекционные, читальные и конференц-залы, кулуарные, фойе, холлы, коридоры, гардеробные, книгохранилища, архивы, пространства за подвесными потолками	
3.2 Артистические, костюмерные, реставрационные мастерские, кино- и светопроjectionные, аппаратные, фотолаборатории	Дымовой, тепловой, пламени
3.3 Административно-хозяйственные помещения, машинносчетные станции, пульта управления, жилые помещения	Дымовой, тепловой
3.4 Больничные палаты, помещения предприятий торговли, общественного питания, служебные комнаты, жилые помещения гостиниц и общежитий	Дымовой, тепловой
3.5 Помещения музеев и выставок	Дымовой, тепловой, пламени
4 Здания и помещения с большими объемами: Атриумы, производственные цеха, складские помещения, логистические центры, торговые залы, пассажирские терминалы, спортивные залы и стадионы, цирки и пр.	Дымовой
5 Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС, серверные, Data и Call центры, центры обработки данных	Дымовой

Приложение 2

Места установки ручных пожарных извещателей в зависимости от назначений зданий и помещений

Перечень характерных помещений	Место установки
1 Производственные здания, сооружения и помещения (цеха, склады, и т.п.)	Вдоль эвакуационных путей, в коридорах, у выходов из цехов, складов
1.1 Одноэтажные	
1.2 Многоэтажные	То же, а также на лестничных площадках каждого этажа
2 Кабельные сооружения (туннели, этажи и т.п.)	У входа в туннель, на этаж, у аварийных выходов из туннеля, у разветвления туннелей
3 Административно-бытовые и общественные здания	В коридорах, холлах, вестибюлях, на лестничных площадках, у выходов из здания

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

Е.А. Кудряшов

2011 г.



**Расчёт динамики развития
опасных факторов пожара**

Методические указания к проведению практических занятий
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов всех специальностей и направлений

Курск 2011

УДК 658

Составители: В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

Расчёт динамики развития опасных факторов пожара: методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов Курск, 2011. 12с.: табл. 1. Библиогр.: с. 12.

Представлены опасные и сопутствующие проявления опасных факторов пожара, воздействующие на людей и имущество. Дана методика расчёта динамики опасных факторов пожара.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *18.12.94*. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,70. Уч.-изд.л. 0,63. Тираж 100 экз. Заказ *455*. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: ознакомиться с опасными и сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара, воздействующими на людей и имущество. Рассчитать динамику опасных факторов пожара.

Основные положения

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 2) радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 3) вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- 5) воздействие огнетушащих веществ.

Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола.

Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

- по повышенной температуре - 70°C;
- по тепловому потоку - 1400 Вт/м²;
- по потере видимости - 20 м;
- по пониженному содержанию кислорода - 0,226 кг/м³;
- по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (CO₂ - 0,11 кг/кг; CO - 1,16·10⁻³ кг/кг; HCL - 23·10⁻⁶ кг/кг).

Классификация веществ и материалов по пожарной опасности

основывается на их свойствах и способности к образованию опасных факторов пожара или взрыва.

По горючести вещества и материалы подразделяются на следующие группы:

1) негорючие - вещества и материалы, неспособные гореть в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

2) трудногорючие - вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но неспособные самостоятельно гореть после его удаления;

3) горючие - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться под воздействием источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

3. Методы испытаний на горючесть веществ и материалов устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

4. Из горючих жидкостей выделяют группы легковоспламеняющихся и особо опасных легковоспламеняющихся жидкостей, воспламенение паров которых происходит при низких температурах, определенных нормативными документами по пожарной безопасности.

Классификация строительных, текстильных и кожевенных материалов по пожарной опасности основывается на их свойствах и способности к образованию опасных факторов пожара.

Пожарная опасность строительных, текстильных и кожевенных материалов характеризуется следующими свойствами:

- 1) горючесть;
- 2) воспламеняемость;
- 3) способность распространения пламени по поверхности;
- 4) дымообразующая способность;
- 5) токсичность продуктов горения.

3. По горючести строительные материалы подразделяются на горючие (Г) и негорючие (НГ).

Строительные материалы относятся к негорючим при следующих значениях параметров горючести, определяемых экспериментальным путем: прирост температуры - не более 50 градусов Цельсия, потеря массы образца - не более 50 процентов, продолжительность устойчивого пламенного горения - не более 10 секунд.

Горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

1) слабогорючие (Г1), имеющие температуру дымовых газов не более 135 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 65 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 20 процентов, продолжительность самостоятельного горения 0 секунд;

2) умеренногорючие (Г2), имеющие температуру дымовых газов не более 235 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца не более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения не более 30 секунд;

3) нормальногорючие (Г3), имеющие температуру дымовых газов не более 450 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца не более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения не более 300 секунд;

4) сильногорючие (Г4), имеющие температуру дымовых газов более 450 градусов Цельсия, степень повреждения по длине испытываемого образца более 85 процентов, степень повреждения по массе испытываемого образца более 50 процентов, продолжительность самостоятельного горения более 300 секунд.

Для материалов, относящихся к группам горючести Г1-Г3, не допускается образование горящих капель расплава при испытании (для материалов, относящихся к группам горючести Г1 и Г2, не допускается образование капель расплава). Для негорючих строительных материалов другие показатели пожарной опасности не определяются и не нормируются.

По воспламеняемости горючие строительные материалы (в том числе напольные ковровые покрытия) в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяются на следующие группы:

1) трудновоспламеняемые (В1), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока более 35 киловатт на квадратный метр;

2) умеренновоспламеняемые (В2), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока не менее 20, но не более 35 киловатт на квадратный метр;

3) легковоспламеняемые (В3), имеющие величину критической

поверхностной плотности теплового потока менее 20 киловатт на квадратный метр.

По скорости распространения пламени по поверхности горючие строительные материалы (в том числе напольные ковровые покрытия) в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяются на следующие группы:

1) нераспространяющие (РП1), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока более 11 киловатт на квадратный метр;

2) слабораспространяющие (РП2), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока не менее 8, но не более 11 киловатт на квадратный метр;

3) умереннораспространяющие (РП3), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока не менее 5, но не более 8 киловатт на квадратный метр;

4) сильнораспространяющие (РП4), имеющие величину критической поверхностной плотности теплового потока менее 5 киловатт на квадратный метр.

По дымообразующей способности горючие строительные материалы в зависимости от значения коэффициента дымообразования подразделяются на следующие группы:

1) с малой дымообразующей способностью (Д1), имеющие коэффициент дымообразования менее 50 квадратных метров на килограмм;

2) с умеренной дымообразующей способностью (Д2), имеющие коэффициент дымообразования не менее 50, но не более 500 квадратных метров на килограмм;

3) с высокой дымообразующей способностью (Д3), имеющие коэффициент дымообразования более 500 квадратных метров на килограмм.

По токсичности продуктов горения горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

1) малоопасные (Т1);

2) умеренноопасные (Т2);

3) высокоопасные (Т3);

4) чрезвычайно опасные (Т4).

Для классификации строительных, текстильных и кожевенных материалов следует применять значение индекса распространения пламени (I) - условного безразмерного показателя, характеризующего

способность материалов или веществ воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло. По распространению пламени материалы подразделяются на следующие группы:

1) не распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени 0;

2) медленно распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени не более 20;

3) быстро распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени более 20.

Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

1) П-I - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия;

2) П-II - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;

3) П-IIIa - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр;

4) П-III - зоны, расположенные вне зданий, сооружений, строений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества.

В зависимости от частоты и длительности присутствия взрывоопасной смеси взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

1) 0-й класс - зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа;

2) 1-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легко воспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;

3) 2-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования взрывоопасные смеси горючих газов или паров легко воспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;

4) 20-й класс - зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют

постоянно;

5) 21-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр;

6) 22-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

Расчет динамики развития опасных факторов пожара

Расчеты динамики опасных факторов пожара (ОФП) производятся по интегральной модели, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с прил. 2 ГОСТ 12.1.004-91*.

Необходимое время эвакуации людей из помещения (тнб) определяется в зависимости от времени достижения опасными факторами пожара своих критических значений для наиболее опасного варианта развития пожара, характеризующегося наибольшим темпом нарастания ОФП в рассматриваемом помещении.

Критическая продолжительность пожара $t_{кр}$, с, рассчитывается по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей (рабочей зоне):

по повышенной температуре:

$$\tau_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot Z} \right] \right\}^{1/n} \quad (1)$$

по потере видимости:

$$\tau_{кр}^{n.a.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{кр} \cdot B \cdot D_m \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} \quad (2)$$

по пониженному содержанию кислорода:

$$\tau_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} \quad (3)$$

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения:

$$\tau_{кр}^{m.z.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n} \quad (4)$$

где B - размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг; t_0 - начальная температура воздуха в помещении, °C; n - показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени; A - размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, кг·с⁻²; Z - безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения; Q_n - низшая теплота сгорания материала, кДж/кг; C_p - удельная изобарная теплоемкость газа кДж/(кг·K); φ - коэффициент теплопотерь; η - коэффициент полноты горения; V - свободный объем помещения, м³; α - коэффициент отражения предметов на путях эвакуации; E - начальная освещенность, лк; $l_{кр}$ - предельная дальность видимости в дыму, м; D_m - дымообразующая способность горящего материала, Нп·м²/кг; L - удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала, кг/кг; X - предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, кг/м³. Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности.

Размерный комплекс B , зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг, определяется из следующего соотношения:

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q_n} \quad (5)$$

Параметр Z рассчитывается по формуле:

$$Z = \frac{h}{H} \cdot e^{1,4 \frac{h}{H}} \quad (6)$$

где h - высота рабочей зоны, м. Определяется из выражения:

$$h = h_{nn} + 1,7 - 0,5\delta \quad (7)$$

где h_{nn} - высота площадки, на которой находятся люди, над полом

помещения, м; δ - разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

Параметры A и n для случая кругового распространения пожара рассчитываются следующим образом

$$A = 1,05 \cdot \psi_{уд} \cdot v^2, \text{ при } n = 3,$$

где $\psi_{уд}$ - удельная скорость выгорания горючих материалов, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$; v - линейная скорость распространения, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$.

для случая горения жидкости с установившейся скоростью:

$$A = \psi_{уд} \cdot F_{гор}, \quad n = 1$$

Из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара выбирается минимальное:

$$\tau_{кр} = \min\{\tau_{кр}^T, \tau_{кр}^{n.v.}, \tau_{кр}^{O_2}, \tau_{кр}^{m.g.}\}$$

Необходимое время эвакуации людей $\tau_{нб}$, мин, из рассматриваемого помещения рассчитывается по формуле

$$\tau_{нб} = \frac{0,8 \cdot \tau_{кр}}{60}$$

Задание

Рассчитайте динамику ОФП, а также необходимое время эвакуации. При следующих данных: объем пожарной нагрузки в основном объеме рассматриваемых помещений принимается равным 20% от общего объема помещения; начальная температура воздуха в помещении $t_0 = 20^\circ\text{C}$; удельная изобарная теплоемкость газа $C_p = 1,068 \text{ КДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$; коэффициент теплопотерь $\varphi = 0,7$; $\eta = 0,95$ - коэффициент полноты горения; коэффициент отражения предметов на путях эвакуации $\alpha = 0,3$; начальная освещенность $E = 50 \text{ лк}$; предельная дальность видимости в дыму $l_{кр} = 20 \text{ м}$. Площадь помещения составляет $633,0 \text{ м}^2$, высота помещения до подвесного потолка - $2,7 \text{ м}$. По результатам расчета постройте графики изменения ОФП: $T_{пов} = f(\tau_{кр}^T)$ при $T_{пов} = 30 \div 100^\circ\text{C}$; $l = f(\tau_{кр}^{n.v.})$ при $l_{кр} = 2,5 \div 50 \text{ м}$.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ помещения / вещество	автомобиль	Помещение обитываемое панелями ДВП	Верхняя одежда, ткань (шерсть+шелк)	РТИ, резина	Мебель; дерево+обивка 90+10%	Пром. товары; текстильные изделия	толуол	ксилол	Каменные плиты; потолок; кабели	Сырье и изделия из синт. каучука
$Q_{нв}$, кДж/кг	31700	18100	23300	36000	14400	16700	40900	41200	30700	43000
v , $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	0,006	0,0405	0,0835	0,0184	0,0154	0,0071	860	860	0,0071	0,0143
$\psi_{уд}$, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	0,0233	0,0143	0,013	0,0112	0,0135	0,0244	0,043	0,09	0,0244	0,011
D^* , $\text{Нп}/\text{м}^2/\text{кг}$	487	130	129	850	84,1	60,60	562	402	521	212
L_{CO_2} , $\text{кг}/\text{кг}$	2,64	1,15	3,698	2,99	1,288	2,56	3,098	3,623	2,91	2,915
L_{CO} , $\text{кг}/\text{кг}$	1,295	0,686	0,467	0,416	1,55	0,879	3,677	3,657	0,65	1,408
L_{HCl} , $\text{кг}/\text{кг}$	0,097	0,0215	0,145	0,015	0,0367	0,0626	0,148	0,148	0,1295	0,15
L_{HCl} , $\text{кг}/\text{кг}$	0,01	0	0	0	0,0036	0	0	0	0,0202	0,005
$F_{гор}$, ГДж, м^2	-	-	-	-	-	-	18	30	-	-
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$Q_{нв}$, кДж/кг	-	25	21	23	12	16	20	-	-	-
v , $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	-	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$\psi_{уд}$, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	-	0,0585	0,0415	0,0425	0,044	0,031	0,0241	0,0145	0,0145	0,0129
D^* , $\text{Нп}/\text{м}^2/\text{кг}$	172	256	438,1	620,1	80	80	438	57	57	53
L_{CO_2} , $\text{кг}/\text{кг}$	1,7	3,405	3,341	3,368	2,22	2,362	3,24	1,15	1,15	1,161
L_{CO} , $\text{кг}/\text{кг}$	0,679	2,92	2,92	3,163	2,293	1,937	3,104	1,57	1,57	0,642
L_{HCl} , $\text{кг}/\text{кг}$	0,112	0,175	0,148	0,122	0,269	0,269	0,161	0,024	0,024	0,0317
L_{HCl} , $\text{кг}/\text{кг}$	0,0037	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$F_{гор}$, ГДж, м^2	-	25	21	23	12	16	20	-	-	-

Контрольные вопросы

1. Опасные факторы пожара.
2. Сопутствующие проявления опасных факторов пожара.
3. Исходные данные для расчета динамики ОФП.
4. Методика расчета динамики ОФП.
5. Классификация веществ и материалов по пожарной опасности.
6. Общие сведения о горении
7. Механизм прекращения горения
8. Классификация пожаров
9. Пожарная опасность веществ и материалов
10. Статистика пожаров в Российской Федерации.

Список рекомендуемой литературы

1. ФЗ-123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Сборник законодательства Российской Федерации, N 30, 28.07.2008, (ч.1), ст.3579.
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 года N 382.
3. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. М.: Академия ГПС МВД России. 2000 118с.
4. Пожарная безопасность: учебное пособие. Издание 2-е / В.В. Протасов, С.Г.Емельянов, В.М.Попов, В.В. Юшин, П.П. Кукин; Юго-зап. гос. ун-т. Курск, 2010. 264с.
5. В.В. Протасов, А.А. Абрамов Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2011614748 Российская Федерация Расчет динамики развития опасных факторов пожара.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



ТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
проректор по учебной работе
Е.А. Кудряшов
Е.А. Кудряшов 2013 г.

**Расчет зоны взрывоопасных концентраций
паров при разливе ЛВЖ**

Методические указания к проведению практического занятия
по дисциплинам «Пожарная безопасность технологических про-
цессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»,
«Безопасность промышленного производства», «Экспертиза безопас-
ности» для студентов всех специальностей и направлений

Курск 2013

УДК 658

Составители: В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

Расчет зоны взрывоопасных концентраций паров при разливе ЛВЖ [Текст]: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Пожарная безопасность технологических процессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность промышленного производства», «Экспертиза безопасности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов. Курск, 2013. 8 с.: Библиогр.: с. 8.

Представлена методика расчета зоны взрывоопасных концентраций паров при разливе ЛВЖ.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Пожарная безопасность технологических процессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность промышленного производства», «Экспертиза безопасности».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *18.01.13*. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 0,47. Уч.-изд.л. 0,42. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: приобретение, отработка и закрепление практических умений и навыков применения теоретических знаний при решении практических задач, связанных с оценкой пожарной опасности технологических систем.

Общие положения

При функционировании технологической системы возможны два варианта образования зон взрывоопасных паровоздушных смесей на открытой технологической площадке:

- I вариант – взрывоопасные эксплуатационные зоны, образующиеся при нормальном функционировании технологического процесса;
- II вариант – аварийные взрывоопасные зоны, образующиеся в результате неконтролируемого выхода ЛВЖ наружу из технологической системы.

Здесь в настоящей работе отрабатывается метод расчета зон, ограниченных нижним концентрационным пределом распространения пламени (НКПР) паров, при аварийном поступлении паров ЛВЖ в открытое пространство при неподвижной воздушной среде, предусмотренный стандартом системы безопасности труда «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» (ГОСТ Р 12.3. 047-98).

В практике нормирования требований пожарной безопасности различают два вида взрывоопасных зон.

Эксплуатационные взрывоопасные зоны, которые сопутствуют нормальной эксплуатации технологических систем, и аварийные взрывоопасные зоны, которые возникают только при неконтролируемом выходе ЛВЖ из технологической системы.

Эксплуатационные взрывоопасные зоны

Размеры взрывоопасных эксплуатационных зон при нормальной эксплуатации регламентированы «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ). Такие зоны принято классифицировать как взрывоопасные класса В-Ig у наружных установок.

Взрывоопасные зоны у наружных установок ограничиваются по горизонтали и вертикали следующими размерами:

- 3 м - от закрытых технологических аппаратов, содержащих горючие газы и ЛВЖ;
- 5 м - от места выброса взрывоопасных и горючих веществ из предохранительных и дыхательных клапанов;
- 8 м - от резервуаров с ЛВЖ и газгольдеров, а при наличии об-

валования - в пределах всей площади внутри обвалования;

- 20 м - от мест открытого слива и налива ЛВЖ на эстакадах.

В этих зонах принимаются все меры по исключению появления источника зажигания, и в первую очередь – это требования к выбору электрооборудования.

Аварийные взрывоопасные зоны - характерная причина пожаров

Аварийные взрывоопасные зоны, образующиеся в результате неконтролируемого выхода пожароопасной жидкости наружу из технологической системы, неоднократно являлись причинами пожаров. Например, по причине переливов при закачке нефтепродуктов в резервуары произошло около 10 % от всех пожаров на складах нефти и нефтепродуктов. Как правило, сценарий развития, примерно, одинаков для всех происшедших пожаров. Происходит разлив продукта. Безветренная ночная погода способствует загазованности территории. Контакт паровоздушного облака с внешним источником зажигания сопровождается незначительным пиком избыточного давления с последующим пожаром.

Примером такого сценария является пожар, происшедший на нефтебазе III категории в гор. Волхов. Сообщение о пожаре на нефтебазе поступило в 1 час 25 минут на ЦППС. Было передано: «Огонь на всей площади нефтебазы, в зоне пожара резервуары, взрываются железнодорожные цистерны».

Обстоятельства, предшествующие пожару были следующие. Ночью подали на слив цистерны с бензином. По существующему положению сливом должны заниматься минимум два человека - оператор и машинист. Фактически же был лишь один машинист, да и тот не трезвый.

Ночь была безветренная, теплая - 18 градусов выше нуля. Машинист задремал в сторожке и очнулся лишь тогда, когда бензин начал переливаться через край резервуара. Он выскочил наружу с папиросой в зубах. Произошла вспышка паров бензина на загазованной территории. Огонь охватил резервуары и перебрался на слив. Взорвались железнодорожные цистерны, были сорваны крыши с двух резервуаров с дизельным топливом. У раздаточной станции в зоне огня оказалось два бензовоза с горючим. Такая обстановка сложилась к приезду первой пожарной части.

Характерным примером также является пожар, происшедший 6 августа 1982 г. на Тюменской распределительной нефтебазе. В результате перелива 160 тонн бензина А-72 при наполнении резервуара

произошел пожар, который уничтожил всю группу из 6 резервуаров, а также склад масел, технологические трубопроводы и другое оборудование.

Определение размеров взрывоопасной зоны при аварийном разливе ЛВЖ

Определение зоны взрывоопасных концентраций паров при испарении легковоспламеняющейся жидкости в открытом пространстве при неподвижной воздушной среде регламентировано ГОСТ Р 12.3. 047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».

Образование взрывоопасных концентраций паров при испарении ЛВЖ с поверхности разлива возможно, если:

$$t_p \geq t_{всп} \quad (1)$$

где; t_p - расчетная температура ЛВЖ при испарении, °С.

$t_{всп}$ - температура вспышки ЛВЖ, °С.

В качестве расчетной температуры ЛВЖ при испарении принимают значение среднемесячной температуры для июля месяца.

Для ЛВЖ геометрически зона, ограниченная НКПР паров, будет представлять цилиндр. За начало отсчета зоны, ограниченной НКПР паров, принимают внешние размеры зоны аварийного разлива ЛВЖ. Во всех случаях расстояние должны быть не менее 0,3 м.

Размеры зоны, м, ограничивающие область концентраций, превышающей нижний концентрационный предел распространения пламени от зоны аварийного разлива ЛВЖ рассчитывают по формулам

$$R_{НКПР} = 3,2 \sqrt{K} \left(\frac{p_s}{\varphi_{НКПР}} \right)^{0,8} \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot p_s} \right)^{0,33}, \quad (2)$$

$$Z_{НКПР} = 0,12 \sqrt{K} \left(\frac{p_s}{\varphi_{НКПР}} \right)^{0,8} \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot p_s} \right)^{0,33}, \quad (3)$$

где m_n - масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, кг; ρ_n - плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре, кг м⁻³; p_s - давление насыщенных паров ЛВЖ, кПа; K - коэффициент ($K = T / 3600$); T - продолжительность поступления паров ЛВЖ при испарении, с; $\varphi_{НКПР}$ - нижний концентрационный предел распространения пламени паров, % (об.).

Продолжительность поступления паров при испарении определяют из условия разлива ЛВЖ на 1 м² по формуле

$$T = \frac{\delta_{ж} \rho_{ж}}{W_{исп}}, \quad (4)$$

где, $\delta_{ж}$ - толщина слоя разлившейся жидкости, м; $\rho_{ж}$ - плотность ЛВЖ, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$; $W_{исп}$ - интенсивность испарения ЛВЖ, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

Плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре определяют по формуле

$$\rho_n = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367 t_p)}, \quad (5)$$

где M - молярный масса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$; V_0 - объем, занимаемый одним киломолем при нормальных условиях. Принимают $V_0 = 22,4 \text{ м}^3 \text{ кмоль}^{-1}$; t_p - расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$.

Категорирование наружных установок по пожарной опасности

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории А_н, Б_н, В_н, Г_н и Д_н. Допускается классифицировать резервуарную группу, как категорию А_н (ЛВЖ с $t_{всп} \leq 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$) или Б_н (ЛВЖ с $t_{всп} > 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$), если концентрация паров ЛВЖ в воздухе на расстоянии 30 м от наружной установки превышает нижний концентрационный предел распространения пламени.

Способы и приемы снижения пожарной опасности

1. Применение системы обнаружения до взрывоопасной концентрации паров.
2. Обеспечение оповещения об обнаружении, локализации и ликвидации до взрывоопасной концентрации паров.
3. Установка сплошной стенки высотой 1 м, обеспечивающей предотвращение затекания паров
4. Устройство паровой завесы или водяной завесы.
5. Установка вентиляторов взрывобезопасного исполнения, которые должны обеспечить подвижность воздуха не менее 2 м/с.
6. Не допускается наличие природных оврагов, выемок, низин и устройство открытых траншей, котлованов, приямков, в которых возможно скопление взрывопожароопасных паров и газов, траншейная и наземная в искусственных или естественных углублениях прокладка трасс трубопроводов с ЛВЖ, ГЖ и сжиженными горючими газами.

Порядок выполнения работы

Проверить возможность образования взрывоопасных концентраций при испарении ЛВЖ с поверхности разлива по формуле (1).

3. Для определения коэффициента $K = T / 3600$, анализируют два варианта:

- I вариант – за период 3600 с или менее вся разлившаяся ЛВЖ способна испариться;
- II вариант – за период 3600 с, только часть разлившейся ЛВЖ испаряется.

4. Продолжительность поступления паров (формула (4));

5. Определить:

- плотность паров ЛВЖ (формула (5));
- размеры зоны взрывоопасной концентрации паров ЛВЖ (формулы (2 и 3)).

Исходные данные

Наименование ЛВЖ – ацетон. Плотность жидкости, $\rho_{ж} = 790,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Расчетная температура, $t_p = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура вспышки, $t_{всп} = -18 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Интенсивность испарения, $W_{исп} = 1,87 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Масса паров ацетона, испарившаяся с поверхности разлива, m_n , кг. Нижний концентрационный предел распространения пламени, $\phi_{НКПР} = 2,7 \%$ (об.). Давление насыщенных паров ацетона, $p_s = 24,54 \text{ кПа}$. Форма разлива – круг. Радиус зоны аварийного разлива ЛВЖ, $R_{ж}$, м. Толщина слоя разлившейся жидкости, $\delta_{ж}$, м.

№ варианта	m_n	$R_{ж}$	$\delta_{ж}, 10^{-3}$	№ варианта	m_n	$R_{ж}$	$\delta_{ж}, 10^{-3}$
1	33,6	3,99	6,7	11	32,2	3,78	6,7
2	33,4	3,48	6,6	12	32,4	3,46	6,5
3	33,2	3,78	6,5	13	32,6	3,99	6,3
4	33,8	3,46	6	14	32,8	3,48	6,2
5	34	3,95	7	15	33	3,42	6,6
6	33,8	3,85	6,8	16	33,2	3,15	6,8
7	33,6	3,42	6,4	17	33,4	3,64	6,7
8	33,2	3,15	6,2	18	33,6	3,86	6,4
9	33,4	3,64	6,1	19	33,8	3,95	6,2
10	32	3,86	6,9	20	34	3,85	7

Контрольные вопросы

1. Укажите нормативный документ, в котором регламентированы размеры взрывоопасных зон при нормальной эксплуатации.
2. Укажите размеры взрывоопасных зон от закрытых технологических аппаратов, содержащих горючие газы и ЛВЖ, при нормальной эксплуатации.

3. Укажите размеры взрывоопасных зон от места выброса взрывоопасных и горючих веществ из предохранительных и дыхательных клапанов.

4. Укажите размеры взрывоопасных зон от резервуаров с ЛВЖ и газгольдеров при нормальной эксплуатации.

5. Укажите нормативный документ, в котором регламентирован метод расчета взрывоопасных зон при испарении ЛВЖ в открытое пространство при неподвижной воздушной среде.

6. Укажите условие, при котором возможно образования взрывоопасных концентраций паров при испарении ЛВЖ с поверхности разлива.

7. Возможно, ли образование взрывоопасных концентраций паров при испарении ЛВЖ с поверхности разлива, если температура жидкости превышает значение температуры вспышки?

8. Что принимают за начало отсчета размера взрывоопасной зоны при аварийном разливе ЛВЖ?

9. Какую геометрическую фигуру рассматривают при расчете аварийной зоны взрывоопасных концентраций?

Список рекомендуемой литературы

1. Пожарная безопасность. Общие требования (ГОСТ 12.1.004-91)

2. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля (ГОСТ Р 12.3. 047-98)

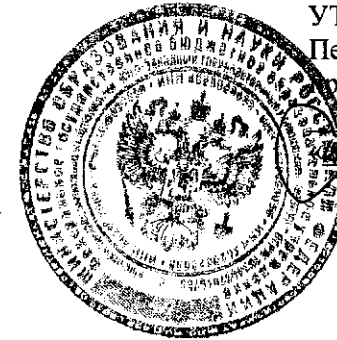
3. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (НПБ 105-03)

4. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (ГОСТ 12.1.044-89)

5. Сучков В.П. Пособие по применению методов оценки пожарной опасности технологических систем, используемых при анализе пожарных рисков. М. 2009.156с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

Проректор по учебной работе

Е.А. Кудряшов - Е.А. Кудряшов

15 января 2013 г.

**Расчет геометрических параметров
пожарной опасности разлива ЛВЖ
при полном разрушении РВС**

Методические указания к проведению практического занятия
по дисциплинам «Пожарная безопасность технологических про-
цессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»,
«Безопасность промышленного производства», «Экспертиза безопас-
ности» для студентов всех специальностей и направлений

УДК 658

Составители: В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

Расчет геометрических параметров пожарной опасности разлива ЛВЖ при полном разрушении РВС [Текст]: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Пожарная безопасность технологических процессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность промышленного производства», «Экспертиза безопасности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов. Курск, 2013. 12 с.: Библиогр.: с. 12.

Представлена методики расчета геометрических параметров пожарной опасности разлива ЛВЖ при полном разрушении РВС и теплофизических параметров пожарной опасности при испарении ЛВЖ.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Пожарная безопасность технологических процессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность промышленного производства», «Экспертиза безопасности».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 18.01.13. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 0,70. Уч.-изд. л. 0,63. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: приобретение, отработка и закрепление практических умений и навыков применения теоретических знаний при решении практических задач, связанных с оценкой пожарной опасности технологических систем.

Общие положения

Наибольшую опасность для населения и территории представляют случаи полного разрушения резервуаров с ЛВЖ. Разрушения вертикальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, хотя и редко, но случаются. Каждый случай - это серьезное событие, угрожающее жизни людей и экологической катастрофой и, по меньшей мере, значительным экономическим ущербом: нужно учесть, что стоимость хранящегося продукта значительно превышает стоимость самого резервуара.

Анализ хрупких разрушений резервуаров представляет значительный научный интерес. Разрушение начинается с появления в корпусе трещины. Образование трещин зависит от очень большого числа факторов (технологических, конструктивных, климатических и др.). Результаты исследований причин хрупких разрушений резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов приведено в монографии Розенштейна И.М. «Аварии и надежность стальных резервуаров» (М.: Недра, 1995, -253 с.). Причинами нарушения прочности корпуса являются:

- дефекты сварочно-монтажных работ;
- хрупкость металла;
- перепады температур и т. д.

Результаты обследования частичного разрушения резервуаров показывают, что из 262 случаев трещинообразования, происшедших в 115 резервуарах, 238 приходятся на сварные швы, что составляет 91%, 20 (7,6%) - на уторные уголки, и 4 (1,4%) - на основной металл. В 14 случаях из 37 полного разрушения резервуаров очагом разрушения был сварной шов, в двух случаях - уторный уголок и в одном - зона термического влияния.

Исследование материалов, связанных с авариями на резервуарах, показали, что наиболее опасным фактором возникающего при разрушении резервуара является гидродинамическое истечение (волна прорыва) ЛВЖ из резервуара. Причем, как правило, волна прорыва или разрушала (промывала) обвалование или перехлестывала через него. При этом нормативное обвалование, а также вид жидкости в резервуаре и характеристика грунта практически не

$$R_{ж} = \sqrt{\frac{F_{ж}}{\pi}}; \quad (3)$$

○ на возвышенности - в виде эллипса.

Значения осей эллипса определяют по следующим формулам:

$$\blacksquare \text{ большой полуоси} \quad b = \sqrt{\frac{K_{ук} F_{ж}}{\pi}}; \quad (4)$$

$$\blacksquare \text{ малой полуоси} \quad \alpha = 4 F_{ж} / (\pi b), \quad (5)$$

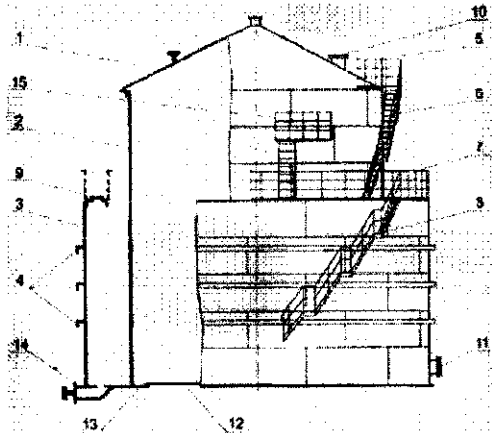
$K_{ук}$ - коэффициент, характеризующий уклон, благоприятствующий разливу жидкости, значение которого определяют исходя из уклона местности:

$$\begin{aligned} K_{ук} &= 8 - \text{при уклоне не более } 3\%; \\ K_{ук} &= 16 - \text{при уклоне более } 3\%. \end{aligned} \quad (6)$$

Способы и приемы снижения пожарной опасности

1. Одним из эффективных технических решений, способных предотвратить последствия гидродинамического истечения жидкости на случай внезапного разрушения резервуара, считается:

а) применение конструкции резервуара с защитной стенкой (рис.2);



1 – Крыша; 2 – Основная стенка; 3 – Защитная стенка; 4 – Конструкция защиты; 5; 7 – Круговая площадка с ограждением; 6 – Внутренняя лестница; 8 – Наружная лестница; 9 – Кольцо жёсткости защитной стенки; 10; 11 – Люки и патрубки; 12 – Центральная часть днища; 13 – Окрайка днища; 14 – Зумпф; 15 – Площадка пеногенератора

Рис. 2. Цилиндрический сварной стальной резервуар с защитной стенкой (стакан в стакане)

б) устройство принципиально нового ограждения (рис. 3), имеющего конструктивную особенность - волноотражающий козырек, который позволяет уменьшить высоту стены ограждения и защитный зуб, для принятия основной нагрузки, возникающей при гидродинамическом истечении.

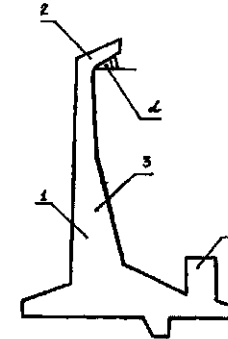


Рис. 3. Схема технического решения ограждающей стенки. Высоту ограждающей стены определяют по номограмме (рис. 4) на основании расчетной схемы, приведенной на рис. 5.

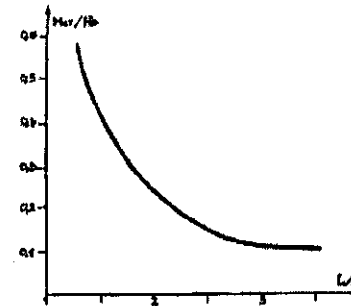


Рис. 4. Номограмма для определения высоты ограждающей стены

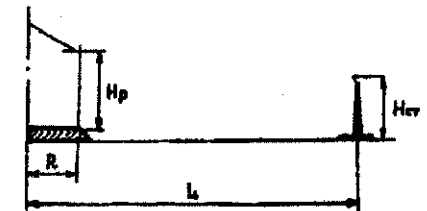


Рис. 5. Расчетная схема к определению высоты ограждающей стены

Для наиболее неблагоприятного случая гидродинамического истечения конструкция ограждающей стены должна быть рассчитана на нагрузку, равную 150 тоннам на погонный метр.

2. В качестве дополнительных мер, направленных на ограничение площади аварийного разлива нефтепродуктов на случай полного разрушения резервуара, следует рассматривать использование кольцевой дороги вокруг группы резервуаров, имеющей возвышение не менее 1,5 м

над планировочной отметкой внутри основного обвалования;

3. Временными мерами, обеспечивающими как снижение опасности хрупкого разрушения резервуара, так и последствий разрушения, могут быть:

- бандажирование стенок резервуаров;
- регламентирование максимального уровня разлива нефтепродукта с учетом технического состояния резервуара.

Порядок выполнения работы

Произвести расчеты геометрических параметров разлива ЛВЖ на случай полного разрушения резервуара по следующему алгоритму:

- по формуле (1) определяют площадь разлива ЛВЖ. При этом коэффициент разлива ЛВЖ определяем из соотношения (2);
- далее, в зависимости от уклона расположения площадки определяют форму разлива ЛВЖ и геометрические характеристики, используя формулы (3 – 6).

Исходные данные

Наименование ЛВЖ – ацетон. Вместимость резервуара, $V_p, \text{ м}^3$. Степень заполнения резервуара жидкостью, $\epsilon_p = 0,8$. Уклон площадки, $n, \%$.

№ варианта	V_p	ϵ_p	n	№ варианта	V_p	ϵ_p	n
1	1000	0,8	4	11	840	0,82	0
2	950	0,75	3	12	1000	0,78	1
3	980	0,85	5	13	990	0,8	2
4	850	0,68	0	14	850	0,78	4
5	960	0,78	1	15	850	0,74	3
6	100	0,82	2	16	960	0,82	0
7	990	0,76	3	17	900	0,78	5
8	850	0,74	4	18	1000	0,8	3
9	840	0,78	5	19	950	0,8	2
10	1000	0,8	6	20	980	0,75	1

Расчет теплофизических параметров пожарной опасности при испарении ЛВЖ

При оценке пожарной опасности технологической системы допускается расчетным путем определять интенсивность испарения и массу испарившейся жидкости с поверхности разлива ЛВЖ.

Эти параметры пожарной опасности процесса испарения ЛВЖ используют для расчета:

- размеры зоны взрывоопасных концентраций паров ЛВЖ;
- опасных факторов пожара при сгорании паровоздушных смесей в открытом пространстве;
- критериев категорирования помещений и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности и классов взрывоопасных зон.

Массу паров ЛВЖ, испарившейся с поверхности разлива, определяют из выражения:

$$m_n = W_{исп} F_{ж} \tau, \text{ кг} \quad (7)$$

где $W_{исп}$ - интенсивность испарения, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

$F_{ж}$ - площадь испарения, м^2 ;

τ - продолжительность испарения, с.

Для ненагретых ЛВЖ при отсутствии экспериментальных данных допускается рассчитывать значение $W_{исп}$ по формуле

$$W_{исп} = 10^{-6} \eta \sqrt{M \cdot P_s}, \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2} \quad (8)$$

где η – коэффициент, учитывающий влияние скорости и температуры воздушного потока на интенсивность испарения; M - молярная масса, $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$; P_s - давление насыщенного пара жидкости, кПа.

Значение коэффициента η , учитывающего влияние скорости и температуры в воздушного потока на интенсивность испарения, приведено в табл. 1.

Таблица 1 Значение коэффициента η

Подвижность воздуха, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	Температура воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$				
	ниже 12	12...17	17...25	25...32	выше 32
$U_b = 0$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$0 \leq U_b < 0,15$	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
$0,15 \leq U_b < 0,3$	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
$0,3 \leq U_b < 0,7$	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
$0,7 \leq U_b$	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Подвижность воздуха в помещении, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, можно оценить по формуле

$$U_b = A_b L_n / 3600, \quad (9)$$

где A_b - кратность воздухообмена, ч^{-1} ; L_n - длина помещения, м.

Давление насыщенных паров, кПа, принято определять по уравнению Антуана:

$$\lg P_s = A_A - \frac{B_A}{C_A + t_p} \quad (10)$$

где A_A , B_A и C_A - константы уравнения Антуана; t_p - расчетная температура, °С.

Для нефтепродуктов давление насыщенных паров, кПа, можно определить по формуле В.П. Сучкова:

$$P_s = \frac{\exp[6,908 + 0,0443 (t_p - 0,924 t_{всп} + 2,055)]}{1047 + 7,48 t_{всп}} \quad (11)$$

где $t_{всп}$ - температура вспышки, °С.

При расчете массы паров ЛВЖ, испарившейся с поверхности разлива, анализируют два варианта:

- I вариант - за период 3600 с или менее вся разлившаяся ЛВЖ способна испариться;
- II вариант - за период 3600 с, только часть разлившейся ЛВЖ испаряется.

Продолжительность поступления паров при испарении определяют из условия разлива ЛВЖ на 1 м² по формуле

$$T = \frac{\delta_{ж} \rho_{ж}}{W_{исп}} \quad (12)$$

где, $\delta_{ж}$ - толщина слоя разлившейся жидкости, м;

$\rho_{ж}$ - плотность ЛВЖ, кг · м⁻³;

$W_{исп}$ - интенсивность испарения ЛВЖ, кг · м⁻² · с⁻¹.

Способы и приемы снижения пожарной опасности

Меры пожарной безопасности, обеспечивающие снижение пожарной опасности процесса испарения, являются:

- покрытие поверхности разлива пенами различной кратности;
- применение реагентов, активно впитывающих жидкость;
- разбавление пожароопасных водорастворимых жидкостей водой;
- самотечный слив разлившейся жидкости в аварийные емкости или амбары;
- откачка разлившейся жидкости насосами.

Порядок выполнения работы

Рассчитать:

- давление насыщенных паров ЛВЖ, кПа (формула (10));
- интенсивность испарения ЛВЖ, кг с⁻¹ м⁻² (формула (8));
- продолжительность испарения ЛВЖ с поверхности разлива, с (формула (12)).
- продолжительность поступления паров при испарении ЛВЖ с поверхности разлива принимают равным расчетному значению для первого варианта, а для второго варианта - 3600 с.
- массу паров ЛВЖ, кг (формула (7)).

Исходные данные

Наименование разлившейся ЛВЖ - ацетон. Молярная масса, $M = 58,08$ кг · кмоль⁻¹. Плотность ЛВЖ, $\rho_{ж} = 790$ кг · м⁻³. Расчетная температура ЛВЖ, $t_p = 20$ °С. Константы уравнения Антуана: $A_A = 6,37551$; $B_A = 1281,721$; $C_A = 237,088$. Площадь разлива ЛВЖ, $F_{ж}$, м². Толщина слоя разлившейся жидкости, $\delta_{ж}$, м.

№ варианта	$F_{ж}$	$\delta_{ж}$, 10 ⁻³ м	№ варианта	$F_{ж}$	$\delta_{ж}$, 10 ⁻³ м
1	50	6,7	11	84	8,2
2	65	7,5	12	70	7,8
3	68	8,5	13	59	8
4	85	6,8	14	85	7,8
5	66	7,8	15	85	7,4
6	49	8,2	16	76	8,2
7	69	7,6	17	50	7,8
8	85	7,4	18	70	8
9	84	7,8	19	65	8
10	70	8	20	68	7,5

Контрольные вопросы

1. Укажите, какие геометрические параметры пожарной опасности аварийного разлива ЛВЖ подлежат расчету.
2. Укажите нормативный документ, в котором содержится метод расчета геометрических параметров аварийного разлива ЛВЖ на случай полного разрушения наземного вертикального стального резервуара.
3. Какую геометрическую фигуру рассматривают при расчете площади разлива ЛВЖ на случай крупномасштабной аварии, связанной с полным разрушением наземных вертикальных стальных резервуаров?

4. Укажите способы и приемы снижения пожарной опасности от хрупкого разрушения РВС.
5. Укажите, для каких целей при оценке пожарной опасности технологической системы необходимо определять массу испарившейся ЛВЖ.
6. Напишите уравнение Антуана, по которому определяют давление насыщенных паров ЛВЖ.
7. Напишите уравнение, по которому рассчитывают интенсивность испарения ЛВЖ.
8. Напишите уравнение, по которому рассчитывают массу паров при испарении ЛВЖ.
9. Укажите меры пожарной безопасности, обеспечивающие снижение пожарной опасности процесса испарения

Список рекомендуемой литературы

1. Пожарная безопасность. Общие требования (ГОСТ 12.1.004-91)
2. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля (ГОСТ Р 12.3. 047-98)
3. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (НПБ 105-03)
4. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (ГОСТ 12.1.044-89)
5. Сучков В.П. Пособие по применению методов оценки пожарной опасности технологических систем, используемых при анализе пожарных рисков. М. 2009.156с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



ТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
Проректор по учебной работе
Е.А. Кудряшов
2013 г.

**КОНТРОЛЬ СОСТАВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В СИСТЕМАХ
ПОЖАРО-И ВЗРЫВОПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ**

Методические указания к проведению практического занятия
по дисциплинам «Пожарная безопасность технологических
процессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»,
«Безопасность промышленного производства», «Экспертиза
безопасности» для студентов всех специальностей и направлений

УДК 658

Составители: В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

Контроль состава воздушной среды производственных помещений в системах пожаро- и взрывопредупреждения [Текст]: методические указания к проведению практического занятия по дисциплинам «Пожарная безопасность технологических процессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность промышленного производства», «Экспертиза безопасности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов. Курск, 2013. 19 с.: Библиогр.: с. 19.

Представлена методика расчета количества и плотности размещения датчиков (пожарных извещателей, сигнализаторов, газоанализаторов) стационарных автоматических систем пожаро- и взрывопредупреждения производственных помещений.

Предназначены для студентов всех специальностей и направлений, изучающих дисциплины «Пожарная безопасность технологических процессов и производств», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность промышленного производства», «Экспертиза безопасности».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *18.01.13*. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,10. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: определение количества и плотности размещения датчиков (пожарных извещателей, сигнализаторов, газоанализаторов) стационарных автоматических систем пожаро- и взрывопредупреждения производственных помещений.

Классификация приборов приемно-контрольных пожарных (ППКП)

ППКП классифицируются по:

информационной емкости (количеству контролируемых шлейфов сигнализации);
информативности;
возможности резервирования составных частей.

По информационной емкости (количеству контролируемых шлейфов сигнализации) ППКП подразделяют на приборы:

а) малой информационной емкости - до 5 шлейфов сигнализации;

б) средней информационной емкости - от 6 до 20 шлейфов сигнализации;

в) большой информационной емкости - свыше 20 шлейфов сигнализации.

По информативности ППКП подразделяют на приборы:

а) малой информативности - до 3 видов извещений;

б) средней информативности - от 3 до 5 видов извещений;

в) большой информативности - свыше 5 видов извещений.

По возможности резервирования составных частей ППКП средней и большой информационной емкости подразделяют на приборы:

а) без резервирования;

б) с резервированием.

Классификация приборов управления пожарных (ППУ)

ППУ классифицируются по:

объекту управления;

информационной емкости (количеству защищаемых зон);
разветвленности (количеству коммутируемых цепей, приходящихся на одну защищаемую зону);

возможности резервирования составных частей.

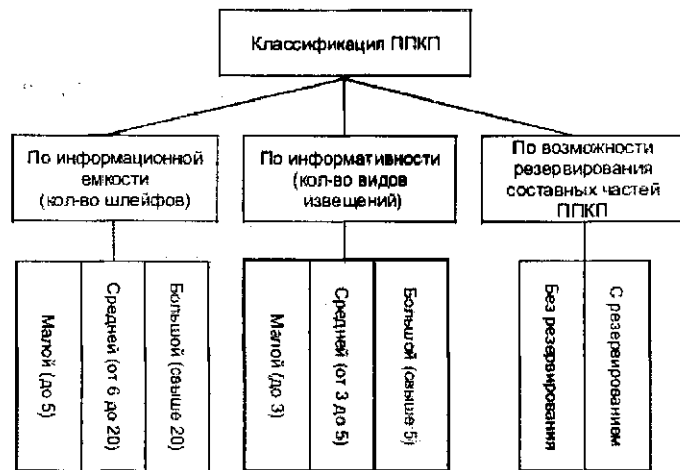


Рис. 1. Классификация приборов приемно-контрольных пожарных

По объекту управления ППУ подразделяют на следующие группы:

- для управления установками водяного и пенного пожаротушения;
- для управления установками газового пожаротушения;
- для управления установками порошкового пожаротушения;
- для управления установками аэрозольного пожаротушения;
- для управления установками дымоудаления;
- для управления другими устройствами;
- комбинированные.

По информационной емкости (количеству защищаемых зон) ППУ подразделяют на приборы:

- малой емкости - до 5 зон;
- средней емкости - от 6 до 20 зон;
- большой емкости - свыше 20 зон.

По разветвленности (количеству коммутируемых цепей, приходящихся на одну защищаемую зону) ППУ подразделяют на приборы:

- малой разветвленности - до 3;
- средней разветвленности - от 4 до 6;
- большой разветвленности - свыше 6.

По возможности резервирования составных частей ППУ делятся на приборы:

- без резервирования;
- с резервированием.

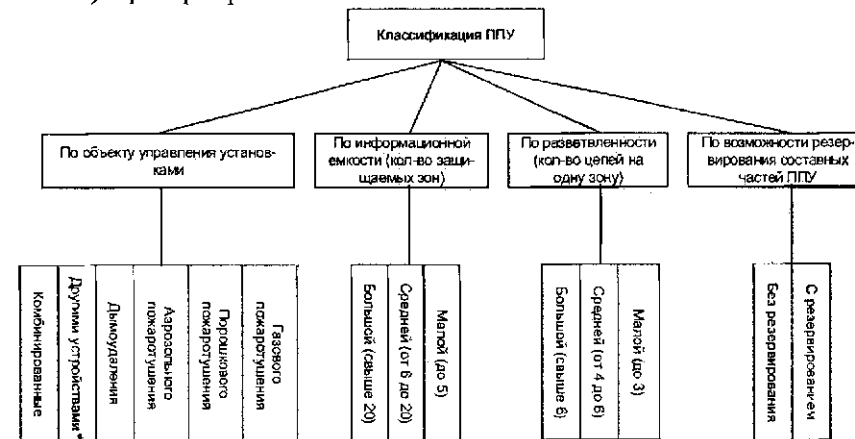


Рис. 2 Классификация приборов управления пожарных
Классификация пожарных извещателей

Общая классификация ПИ

В соответствии с НПБ 76 общей классификацией пожарных извещателей (ПИ) является:

- способ приведения в действие;
- способ электропитания; возможность установки адреса в ПИ.

По способу приведения в действие ПИ подразделяют на: автоматические и ручные.

По способу электропитания ПИ подразделяют на:

- питаемые по шлейфу;
- питаемые по отдельному проводу;
- автономные.

По возможности установки адреса в ПИ их подразделяют на:

- адресные;
- неадресные.

Общая классификация автономных ПИ

В соответствии с НПБ 66 автономные ПИ классифицируются по: функциональным возможностям и принципу обнаружения пожара.

По функциональным возможностям автономные ПИ разделяют на два типа:

- автономные дымовые пожарные извещатели;
- автономные комбинированные пожарные извещатели.



Рис.3 Общая классификация пожарных извещателей

По принципу обнаружения пожара автономные дымовые пожарные извещатели разделяют на два типа:

- автономные пожарные извещатели оптико-электронные;
- автономные пожарные извещатели радиоизотопные.

Общая классификация автоматических ПИ

Отличительной особенностью автоматических ПИ является их классификация НПБ 76 по:

- виду контролируемого признака пожара;
- характеру реакции на контролируемый признак пожара.

По виду контролируемого признака пожара автоматические ПИ подразделяют на типы:

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

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

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

Особенности классификации дымовых ПИ

Особенностью классификации дымовых ПИ по НПБ 76 является принцип их действия. По этому показателю они подразделяются на:

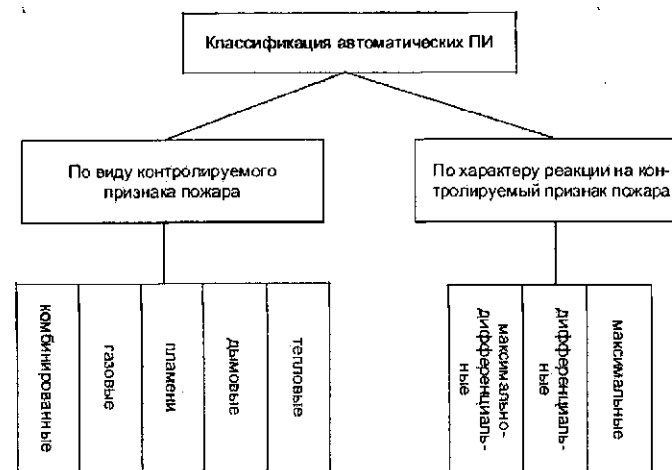


Рис. 4 Общая классификация автоматических пожарных извещателей

- а) ионизационные;
- б) оптические.

При этом, дымовые ионизационные подразделяются по принципу действия на:

- а) радиоизотопные;
- б) электроиндукционные.

Дымовые *оптические ПИ* подразделяют по конфигурации измерительной зоны на (И):

- а) точечные;
- б) линейные.

В соответствии с ГОСТ 22522 радиоизотопные ПИ и в соответствии с НПБ 65 - оптические ПИ разделяют по виду выходного сигнала на два типа:

- с дискретным выходным сигналом;
- с аналоговым выходным сигналом.

В соответствии с НПБ 82 извещатели пожарные дымовые оптико-электронные линейные (ИПДЛ) разделяют на 2 типа:

- двухпозиционный, содержащий один приемник и один передатчик (может содержать отражатели);
- однопозиционный, содержащий один приемопередатчик и отражатели, один или более.

Особенности классификации тепловых ПИ

В соответствии с НПБ 85 по характеру реакции на повышение

температуры тепловые ПИ подразделяют на:

максимальные тепловые пожарные извещатели - извещатели, формирующие извещение о пожаре при превышении температурой окружающей среды установленного порогового значения, т. е. при достижении температуры срабатывания извещателя;

дифференциальные тепловые пожарные извещатели - извещатели, формирующие извещение о пожаре при превышении скоростью нарастания температуры окружающей среды установленного порогового значения;

максимально-дифференциальные тепловые пожарные извещатели - извещатели, совмещающие функции максимального и дифференциального теплового пожарного извещателя;

тепловые пожарные извещатели с дифференциальной характеристикой - извещатели, температура срабатывания которых зависит от скорости повышения температуры окружающей среды.

Максимальные, максимально-дифференциальные извещатели и извещатели с дифференциальной характеристикой в зависимости от температуры и времени срабатывания подразделяют на десять классов: А1, А2, А3, В, С, D, E, F, G, H. Дифференциальным извещателям присваивают класс R1.

Другие виды классификации, а также условное обозначение - по НПБ 76.

В соответствии с НПБ 76 особенностью классификации тепловых ПИ является конфигурация измерительной зоны. По этому показателю тепловые ПИ подразделяют на:

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

Особенности классификации ПИ пламени

Особенностью классификации ПИ пламени является область спектра электромагнитного излучения, воспринимаемого чувствительным элементом извещателя (НПБ 76, п. 13):

- а) ультрафиолетового;
- б) инфракрасного;
- в) видимого;
- г) многодиапазонные.

В соответствии с НПБ 72, извещатель должен реагировать на излучение, создаваемое тестовыми очагами ТП-5 и ТП-6 по ГОСТ Р 50898. По чувствительности к пламени извещатели подразделяют

на четыре класса в зависимости от расстояния, при котором наблюдается устойчивое срабатывание извещателей от воздействия излучения пламени тестовых очагов ТП-5 и ТП-6 по ГОСТ 50898, за время, установленное изготовителем в ТУ на извещатели конкретных типов, но не более 30 с:

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

Класс извещателей должен быть установлен в ТУ на извещатели конкретных типов.

Особенности классификации газовых ПИ

В соответствии с НПБ 71 извещатели пожарные газовые должны реагировать, как минимум, на один из приведенных ниже газов при концентрации в пределах:

- CO₂ - 1000... 1500 ppm;
- CO - 20...80ppm;
- C_xH_y - 10...20 ppm.

По чувствительности к CO извещатели подразделяют на два класса:

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

Примечание. Извещатели могут реагировать на другие газы, однозначно свидетельствующие о возникновении очага загорания, в соответствии с ТУ на извещатели.

По виду выходного сигнала извещатели разделяют на два типа: с дискретным выходным сигналом; с аналоговым выходным сигналом.

Основные положения контроля воздушной среды помещений

На каждом промышленном предприятии для всех производств, цехов, отделений и участков определяют перечень пожаро- и взрывоопасных и вредных веществ, которые могут выделяться в воздух производственных помещений при ведении технологического процесса с указанием нижних концентрационных пределов воспламенения, а также предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны.

При наличии в воздухе производственных помещений химических веществ, обладающих токсичными и пожаро- и взрывоопасными свойствами, необходимо устанавливать газоанализаторы для контроля ПДК в воздухе рабочей зоны и

сигнализаторы для контроля дозврывоопасных концентраций, входящих в автоматическую систему защиты. Необходимо также предусматривать контроль воздушной среды и в заглубленных помещениях, куда возможно затекание извне взрывоопасных газов и паров с плотностью относительно воздуха 1,0 и выше с учетом поправки на температуру. С целью предотвращения образования взрывоопасных смесей горючих газов и паров и обеспечения в воздухе производственных помещений содержания взрывоопасных смесей, не превышающего $C_{нkpв}$, следует применять системы взрывопредупреждения и взрывозащиты, заблокированные с технологической и аварийной вентиляцией.

Целью автоматической системы пожаро- и взрывопредупреждения является:

- сигнализация и оповещение об аварийных ситуациях производственного процесса (при концентрации газов и паров 5-50% от $C_{нkpв}$ и при концентрациях вредных веществ, превышающих ПДК);

- вывод из предаварийного состояния потенциально опасных технологических процессов при нарушении регламентных параметров (температуры, давления, состава, скорости и соотношения материальных потоков);

- обнаружение загазованности производственных помещений и автоматическое включение устройств, предупреждающих об образовании смеси газов и паров с воздухом взрывоопасных концентраций с одновременным включением аварийных вентиляционных установок;

- безаварийная остановка отдельных агрегатов или всего технологического оборудования при внезапном прекращении подачи тепла, или электроэнергии, или инертного газа, или сжатого воздуха или при внезапном поступлении больших количеств взрывоопасных веществ, если концентрации газов и паров в воздухе превышают 50% от $C_{нkpв}$, с одновременным включением предупредительной сигнализации и аварийной вентиляции.

Для защиты производственных объектов от пожаров используют средства сигнализации и пожаротушения. Наиболее современной и надежной является электрическая пожарная сигнализация, которая дополнительно обеспечивает автоматический ввод средств пожаротушения и содержит пожарные извещатели (датчики), устанавливаемые в защищаемом

помещении. Пожарные извещатели преобразуют физические параметры, характеризующие пожар, в электрические сигналы. В зависимости от фактора, вызывающего срабатывание датчика, извещатели подразделяются на тепловые (чувствительный элемент-биметалл, термопара или полупроводник); дымовые (чувствительный фотоэлемент, ионизационная камера или фотореле); световые (чувствительный элемент реагирует на ультрафиолетовую или инфракрасную область спектра оптического излучения открытого пламени) и комбинированные. Наибольшей инерционностью обладают тепловые датчики, а наименьшей - световые.

Отбор проб анализируемого воздуха при использовании автоматических сигнализаторов дозврывоопасных концентраций и газоанализаторов ПДК следует предусматривать в местах наиболее вероятного скопления горючих газов, паров и смесей в зависимости от их свойств, количества, а также конструктивных особенностей оборудования и помещений на минимальном расстоянии по горизонтали.

Основные методы и средства взрыво- и пожарозащиты

Комплекс мер взрыво- и пожаропредупреждения и защиты включает:

1) технологические мероприятия

- установление «безопасного» технологического регламента, при выполнении которого «опасные» параметры (давление, температура, концентрации) не могут приблизиться к границе устойчивости процесса;

- сужение концентрационных пределов воспламенения путем введения флегматизаторов;

- перевод периодического или полунепрерывного процесса в непрерывный, так как облегчается автоматизация;

- герметизация и вакуумирование оборудования, снижение летучести пыли или обеспыливание аппаратов и помещения;

взрывозащищенное электрооборудование.

2) строительные мероприятия

- монтаж взрывоопасного оборудования на открытой площадке или отдельном здании;

- отделение опасного оборудования от другого стеной, выдерживающей давление взрыва;

- наличие в здании вышибаемых взрывом проемов (остекленные части здания, двери, распашные ворота, легкопанельные стены, легкие сбрасываемые крыши).

3) ограничение и подавление взрывов и пожаров, основанные на охлаждении, инертизации и ингибировании горения.

Системы автоматической защиты (пожаро- и взрывопредупреждения и подавления) состоят из трех основных функциональных частей:

- датчиков, воспринимающих изменение параметров технологического режима или воздуха производственных помещений или реагирующих на определенный параметр взрыва или пожара (давление, температуру, тепловую радиацию), которые передают сигнал на исполнительные устройства;

- исполнительных устройств, ликвидирующих аварийную ситуацию (например, обеспечивающих диспергирование вещества, тушащего пламя) или приводящих параметр технологического процесса или воздуха производственного помещения к нормальному уровню (например, включают аварийную вентиляцию);

- логических устройств, принимающих сигналы и координирующих действия исполнительных устройств с показаниями датчиков и сигнализацией.

Автоматические системы пожаро- и взрывоподавления подразделяются на системы предупреждения, локализации и подавления.

Системы предупреждения бывают двух видов: возвращающие процесс в режим нормального функционирования (подача «жесткого» хладагента при нарушении температурного процесса; прекращение подачи одного или нескольких компонентов при нарушении расхода или соотношения реагентов; стравливание избыточного давления; подключение дополнительного технологического оборудования, например, отвод газообразных продуктов из аппарата через ловушку) и прекращающие процесс (сброс реакционной массы в специальную емкость, заполненную разбавителем; подача в реактор разбавителя или хладагента, резко затормаживающие процесс и делающие невозможным дальнейшее использование реакционной массы).

Системы локализации приводятся в действие при возникновении пожара и угрозе разрушения технологического

оборудования и здания от избыточного давления, принцип действия которых основан на срабатывании устройств разгерметизации (предохранительных мембран и клапанов, защитных проемов), инертизации (подачи флегматизирующих инертных разбавителей) и пожаротушения (огнепреградителей, пламеотсекателей или подачи огнетушащих веществ).

Системы подавления, использующиеся для защиты замкнутых технологических аппаратов, обеспечивают быстрое введение распыленного огнетушащего вещества (воды, фреона), прекращающего дальнейший процесс развития пожара и взрыва.

Определение количества и мест установки датчиков систем пожаро- и взрывопредупреждения в производственных помещениях

Площадь помещения (S_d), контролируемую одним датчиком пожаро- и взрывопредупреждения, расположенным в зоне вероятного источника утечки или поступления горючих газов, определяют по формуле:

$$S_d \leq 0,05 \cdot K_c \cdot B^2 \cdot C_{\text{нkpв}} / [0,2 \cdot C_{\text{пдвк}} \cdot (1 - C_{\text{нkpв}})], \quad (1)$$

где K_c – коэффициент, характеризующий неравномерность распределения газов по объему помещения при диффузионных процессах их перемещения, принимается по таблице приложения;

B – ширина помещения, м (задается преподавателем);

$C_{\text{нkpв}}$ – нижний концентрационный предел воспламенения газов и паров, принимается по таблице приложения;

$C_{\text{пдвк}}$ – предельно допустимая взрывобезопасная (невоспламеняемая) концентрация газов и паров, принимается по таблице приложения;

0,05 – доля свободного объема помещения, где установится концентрация газа на уровне $C_{\text{нkpв}}$.

Число (N_d) датчиков систем пожаро- и взрывопредупреждения для всего объема помещения рассчитывается по уравнению:

$$N_d > S_r / S_d \quad (2)$$

Расстояние (L_d) между датчиками находят по формуле:

$$L_d < (S_d \cdot \pi)^{0,5} \quad (3)$$

При наличии в помещениях приямков, углублений или траншей, куда возможно затекание взрывоопасной смеси, следует дополнительно устанавливать датчики систем пожаро- и взрывопредупреждения, включая их в общую схему управления и сигнализации. Оптимальное число датчиков системы пожаро- и

взрывопредупреждения для многоярусного объекта контроля определяют как произведение числа ярусов на количество датчиков в одном ярусе.

Датчики систем пожаро- и взрывопредупреждения следует размещать по высоте помещения, исходя из соотношения молярных масс воздуха и горючих газов и паров с учетом поправки на температуру (рис.5).

Для горючих газов и паров, молярная масса которых меньше молярной массы воздуха, высоту (h_0) подвески датчика системы взрывопредупреждения от перекрытия помещения следует определять по формуле:

$$h_0 = (H - H_0) \cdot M \cdot T_b / (M_b \cdot T), \quad (4)$$

где H и H_0 - высота производственного помещения и высота расположения вероятного источника утечки горючего газа или пара, м; M и M_b - молярная масса горючего газа или пара и воздуха, соответственно, г/моль; T и T_b - температура горючего газа и воздуха, соответственно, К. Для горючих газов и паров, молярная масса которых больше молярной массы воздуха, высоту (h_0) размещения датчиков от пола помещения следует определять по формуле:

$$h_0 = H_0 \cdot M_b \cdot T / (M \cdot T_b) \quad (5)$$

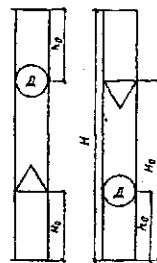


Рис.5 Расположение датчиков (Д) по высоте помещения:

а - $M < M_b$; б - $M > M_b$

При нескольких разновысоких источниках утечки принимают среднееарифметическое значение суммы их высот.

Молярная масса воздуха $M_b = 28,96$ г/моль. Молярную массу индивидуальных веществ, смесей и технических продуктов принимают по таблице приложения.

Молярную массу ($M_{см}$) бинарных смесей газов следует определять по формуле:

$$M_{см} = M_1 \cdot M_2 / [M_2 + (M_1 - M_2) \cdot C_2] \quad (6)$$

где M_1 и M_2 - молярная масса легкого и тяжелого газа, соответственно, г/моль; C_2 - концентрация более тяжелого газа.

При наличии многокомпонентных смесей веществ высоту расположения первичных преобразователей информации следует рассчитывать по преобладающему компоненту в смеси, когда компоненты смеси близки по своим показателям пожаро- и взрывоопасности. В противном случае высоту расположения первичных преобразователей информации необходимо рассчитывать по компоненту смеси с наименьшим значением $C_{нпкв}$.

примеры расчета

1 Рассчитать количество датчиков пожаропредупреждения, а также изменение количества датчиков от площади помещения.

Исходные данные для расчета: пожароопасное вещество - бензин марки АИ-93; $C_{нпкв} = 0,0106$ мольная доля (м.д.); $C_{пдкв} = 0,0053$ м.д.; $K_c = 3,45$ (из таблицы приложения); ширина ($B = 5$ м) и длина ($L = 4-40$ м) производственного помещения (по заданию преподавателя).

Расчет площади помещения (S_d), контролируемой одним датчиком, ведем по уравнению (1); а количества датчиков - по уравнению (2). Рассчитанное количество датчиков округляем до целого, в сторону увеличения. Результаты расчетов приведены в табл.

Количество датчиков взрыво- и пожаропредупреждения, необходимых для размещения на производственной площади

Длина помещения (L), м	Площадь помещения (S_r), м ²	Площадь, контролируемая датчиком (S_d), не более, м ²	Количество датчиков (N_d)	Расстояние между датчиками (L_d), не более, м
4	20	43	1	-
10	50	43	2	11,6
40	200	43	5	11,6

Размещение датчиков по производственной площади (по заданию преподавателя) производят согласно рис.6 с учетом диаметра площади, контролируемой датчиком, и расстоянием между датчиками. Таким образом, количество датчиков взрыво- и пожаропредупреждения не зависит от высоты помещения, а определяется только величиной производственной площади.

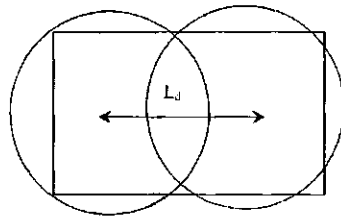


Рис. 6. Размещение двух датчиков на производственной площади ($B=5$ м; $L=10$ м; $L_d \leq 11,6$ м).

2 Рассчитать зависимость высоты размещения датчиков от возможной высоты утечки пожароопасного вещества (бензина марки АИ-93) и температуры окружающего воздуха.

Исходные данные для расчета: высота помещения – $H=5$ м; возможная высота утечки – $H_0=0-2$ м (по заданию преподавателя); температура окружающего воздуха – $T_{\text{в}}=273-303$ К ($0-30^\circ\text{C}$ по заданию преподавателя); температура горючего вещества – $T=298$ К (25°C).

Так как средняя молярная масса бензина АИ-93 больше средней молярной массы воздуха, то расчет ведем по уравнению (5). Результаты расчетов приведены в табл. и рис. 7.

Высота расположения датчиков в зависимости от возможной высоты утечки пожароопасного вещества и температуры окружающего воздуха

H_0 , м	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	
$T_{\text{в}}$, $^\circ\text{C}$	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	
	К	273	283	293	303	273	283	293	303	273	283	293	303
h_0 , м	0	0	0	0	0,32	0,31	0,3	0,29	0,64	0,62	0,6	0,58	

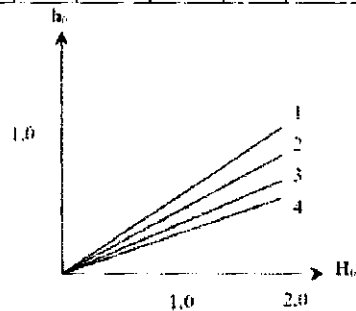


Рис. 7. Зависимость высоты (h_0) установки датчиков от возможной высоты (H_0) утечки и температуры окружающего воздуха. $T_{\text{в}}=0$ (1); 10 (2); 20 (3) и 30 (4) $^\circ\text{C}$.

Таким образом, при температуре пожароопасного вещества, близкой к температуре окружающего воздуха основным фактором, определяющим пожарную безопасность, является прогнозирование возможной высоты утечки горючего вещества.

1 задание: Рассчитать количество датчиков пожаропреупреждения, а также изменение количества датчиков от площади помещения.

Исходные данные для расчета: пожароопасное вещество по варианту; ширина ($B=4$ м) и длина ($L=5-30$ м) производственного помещения (5; 10; 15; 20; 25; 30). Результаты расчетов п в табл.

2 задание: Рассчитать зависимость высоты размещения датчиков от возможной высоты утечки пожароопасного вещества (по варианту) и температуры окружающего воздуха.

Исходные данные для расчета: высота помещения – $H=4,6$ м; возможная высота утечки – $H_0=1-3$ м (1, 2, 3); температура окружающего воздуха – $T_{\text{в}}=283-303$ К (10, 15, 20, 25, 30°C); температура горючего вещества – $T=25^\circ\text{C}$.

Значения показателей пожарной опасности индивидуальных веществ, смесей и технических продуктов

Вариант. Вещество	M , кг/кмоль	Снкпв, м.д.	Спдвк, м.д.	K_c
1	2	3	4	5
1. Аммиак	17,0	0,170	0,1232	1,07
2. Ацетальдегид	44,1	0,0412	0,0327	1,65
3. Ацетилен	26,0	0,025	0,0125	1,01
4. Ацетон	58,0	0,0291	0,0194	1,73
5. Бензол	78,1	0,0143	0,0104	2,59
6. н-Бутан	58,1	0,0178	0,0145	3,12
7. н-Бутиловый спирт	74,1	0,0181	0,00905	2,91
8. Водород	2,0	0,0409	0,0330	1,83
9. Винилхлорид	62,5	0,040	0,0294	1,84
10. н-Гексан	86,2	0,0124	0,010	3,10
11. н-Гептан	100,2	0,0107	0,00866	3,50
12. Глицерин	92,1	0,0309	0,0155	2,61
13. Диметилловый эфир	46,1	0,0349	0,0145	1,69
14. Диметилформамид	73,1	0,0235	0,0181	2,20
15. 1,2-Дихлорэтан	98,96	0,046	0,0246	2,52
16. Диэтиламин	73,1	0,0177	0,0098	3,00
17. Диэтиловый эфир	74,1	0,0190	0,0146	2,56

1	2	3	4	5
18. Изобутиловый спирт	74,1	0,0181	0,0091	2,62
19. Изопропиловый спирт	60,1	0,0233	0,0127	2,29
20. Метан	16,0	0,0528	0,0419	1,06
21. Метиловый спирт	32,1	0,067	0,0479	1,38
22. Оксид углерода	28,0	0,125	0,0657	0,84
23. Пропан	44,1	0,0231	0,0186	1,86
24. Сероводород	34,1	0,040	0,0276	1,27
25. Сероуглерод	76,1	0,0133	0,00853	2,24
26. Толуол	92,1	0,0125	0,00893	2,77
27. Уксусная кислота	111,1	0,0333	0,0254	2,05
28. Формальдегид	30,0	0,070	0,0546	1,22
29. Хлорбензол	112,6	0,014	0,0092	3,51
30. Этиловый спирт	46,1	0,0361	0,018	1,66
31. Бензин АИ-93	98,2	0,0106	0,0053	3,45
32. Дизельное топливо	172,3	0,0061	0,00305	5,40
33. Керосин осветительный	191,7	0,0055	0,00275	5,75
34. Уайт-спирит	147,3	0,007	0,0035	4,83
35. Масло трансформаторное	303,9	0,00291	0,00145	9,81
36. Масло АМТ-300Т	260,3	0,0043	0,00215	7,46
37. Растворитель РМЛ	55,2	0,0285	0,0143	1,93
38. Растворитель РМЛ-215	95,0	0,0125	0,00625	2,99
39. Растворитель Р-4	81,7	0,016	0,008	2,62
40. Растворитель Р-12	99,5	0,0126	0,0063	3,06

Контрольные вопросы

1. Классификация приборов приемно-контрольных пожарных
2. Классификация приборов управления пожарных
3. Классификация пожарных извещателей
4. Общая классификация автономных ПИ
5. Общая классификация автоматических ПИ
6. Особенности классификации дымовых ПИ
7. Особенности классификации ПИ пламени
8. Особенности классификации газовых ПИ
9. Основные положения контроля воздушной среды помещений
10. Основные методы и средства взрыво- и пожарозащиты
11. Определение количества и мест установки датчиков систем пожаро- и взрывопреупреждения в производственных помещениях

Список рекомендуемой литературы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. для вузов/ С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В.Белова. 2-е изд., испр. и доп. М.: Высш. шк., 2008. 448 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для студ. всех спец./Под ред. О.Н.Русака. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Издательство «Лань», 2000. 448 с.
3. Мальцев В.А. Промышленная безопасность. М., 1995. 224 с.
4. Бобков А.С., Блинов А.А., Роздин И.А., Хабарова Е.И.. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности. Учеб. для вузов. М., «Химия», 1998. 400 с.
5. Смирнов Г.Г., Толчинский А.Р, Кондратьев Т.Ф. Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтехимических производств. Справочник. Л., «Машиностроение», 1988. 303 с.
6. Муравьева С.И., Бабина М.Д. и др. Санитарно-химический контроль воздуха промышленных предприятий. М., «Медицина», 1982. 345 с.