

Министерство образования и науки РФ  
Иркутский государственный технический университет

**С.С.Тимофеева.,О.М.Кустов**

# **ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ**

Практические работы

Издательство  
Иркутского государственного технического университета

2014

УДК 614.842.4; 614.8.001.18; 502.5:001.18  
ББК 38.96

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИрГТУ

**Рецензенты:**

кандидат технических наук, доцент **А.С. Беломесных**; ФГОУ ВПО Восточно-Сибирский институт МВД РФ;

кандидат технических наук, доцент ИрГТУ **А.Я.Машович**; кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности

**Тимофеева С.С., Кустов О.М.** Основы производственной и пожарной автоматики. Практические работы. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014- 130с.

Учебное пособие соответствует требованиям ФГОС-3 УГС 280000 «Безопасность жизнедеятельности, природообустройство и защита окружающей среды» для магистрантов по направлению 280700 «Техносферная безопасность» профиль подготовки: 280701 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» по программе «Пожарная безопасность» (ПБм)

Рассмотрены основные вопросы организации и проведения практических работ по дисциплине "Основы производственной и пожарной автоматики". Представлены практические работы в области обеспечения производственной и пожарной безопасной при эксплуатации зданий и помещений, технологического оборудования.

Предназначено для студентов технических университетов, обучающимися по направлению магистратуры 280700 «Техносферная безопасность». Может быть полезно практическим работникам служб охраны труда, промышленной безопасности и специалистам пожарной безопасности.

© Тимофеева С.С., Кустов О.М. 2014

© Иркутский государственный  
технический университет, 2014

## Оглавление

1. Оглавление	2
2. Введение	3
3. Практические работы	4
3.1. Практическая работа №1 Обоснование необходимости применения и выбор вида автоматической противопожарной защиты (АППЗ) для заданного помещения	4
3.2. Практическая работа №2 Выбор и размещение пожарных извещателей.	22
3.3. Практическая работа №3 Определение предельно Допустимого времени развития пожара.	36
3.4. Практическая работа №4 Выборы типа установки пожаротушения.	39
3.5. Практическая работа №5 Проектирование СПС	42
3.6. Практическая работа №6 Оценка эффективности эксплуатации и обслуживания установок пожарной автоматики административно-производственных зданий.	
3.7. Практическая работа №7 Техническое обслуживание установок пожарной автоматики.	
3.8. Практическая работа №8 Гидравлический расчет установок пожаротушения.	
3.9. Практическая работа №9 Разработка инструкции по техническому содержанию автоматической установки пожаротушения.	
3.10. Практическая работа №10 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.	
3.11. Практическая работа №11 Определение категорий наружных установок по пожарной опасности.	
3.12. Практическая работа №12 Выбор автоматической установки пожаротушения.	
4. Литература	

## ВВЕДЕНИЕ

Автоматикой называется отрасль науки и техники, охватывающая теорию автоматического управления, принципы построения автоматических систем и образующих их технических средств.

Автоматизация - это внедрение технических средств, управляющих процессами без непосредственного участия человека.

Современные технологические процессы должны строго выдерживать технологический режим даже при постоянных воздействиях на него различного рода возмущений.

Под управлением понимается совокупность действий, выбранных на основании определенной информации и направленных на поддержание или улучшение функционирования объекта в соответствии с имеющейся программой или целью управления. Разделяют управление автоматическое и автоматизированное.

Опасные значения - значения параметра, вышедшие за пределы регламентированного и приближающиеся к предельно допустимому значению.

Предупредительные значения - значения параметра на границе регламентированных (допустимых) значений параметра технологического процесса.

Сообщение об отклонении параметров и достижений ими предельных и запредельных значений представляется в виде сигнализации.

Автоматизированные системы управления, комплектуемые из приборов электрической (электронной) ветви, имеют следующие преимущества. Электроника придает системе высокую чувствительность, точность, быстродействие, дальность связи, обеспечивает высокую схемную и конструктивную унификацию приборов.

В автоматизированных системах наиболее эффективно комбинированное применение ветвей или их отдельных устройств в различных сочетаниях.

Обеспечение пожарной безопасности технологических процессов и производств является обязательным требованием технического регламента о требованиях пожарной безопасности (№123-ФЗ от 22.08.2008).

Одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности является оснащение предприятия надежной системой противопожарной защиты, включающей конструктивные, технические и пожарно-технические защитные мероприятия (первичные средства пожаротушения, автоматические установки пожаротушения, пожарная сигнализация и др.).

Предлагаемое учебное пособие предназначено для формирования у магистрантов, обучающихся по направлению 280700 "Техносферная безопасность", осознанного отношения к вопросам обеспечения пожарной безопасности и приобретения основополагающих знаний, умений и навыков обеспечения пожарной безопасности на промышленных объектах.

## Практическая работа №1

### Обоснование необходимости применения и выбор вида автоматической противопожарной защиты (АППЗ) для заданного помещения

**Цель работы:** Закрепить знания по выявлению и оценке применения и вида АППЗ для данного помещения.

#### Основные понятия

1. Обоснование необходимости применения и вида АППЗ для заданного помещения.

При решении вопроса необходимости установки автоматического пожаротушения и его вида используется вероятный и детерминированный метод.

Сущность детерминированного метода состоит в том, что необходимость применения установки пожарной автоматики (УПА) и ее вид предписывается для конкретных производственных, административных и других помещений или объектов соответствующими нормативными документами в зависимости от назначения помещений, характера технологического процесса, площади помещения и других факторов.

В случаях, когда нормативное обоснование необходимости отсутствует, или при необходимости распространения положения на новое производство, используется вероятностный метод на основе ГОСТ 12.1.004-91 "Пожарная безопасность. Общие требования", Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», свода правил 5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования". Данный метод базируется на сложных расчетах и используется гораздо реже, чем детерминированный.

При необходимости спроектировать АППЗ для производственного помещения, указываются его размеры, и согласно СП 5.13130.2009 выясняется потребность проектирования АУП, в зависимости от площади помещения [табл. А.1, А. 2, А. 2, А. 4.[?????]]. Также для данного помещения определяется необходимость проектирования СПС.

Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией

Под зданием понимается здание в целом или часть здания (пожарный отсек), выделенные противопожарными стенами и противопожарными перекрытиями 1-го типа.

Под нормативным показателем площади помещения в разделе III понимается площадь части здания или сооружения, выделенная ограждающими конструкциями, отнесенными к противопожарным преградам с пределом огнестойкости: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45.

Для зданий и сооружений, в составе которых отсутствуют части (помещения), выделенные ограждающими конструкциями с указанным пределом огнестойкости, под нормативным показателем площади помещения в разделе III настоящего приложения понимается площадь, выделенная наружными ограждающими конструкциями здания или сооружения.

Тип автоматической установки тушения, способ тушения, вид огнетушащих средств, тип оборудования установок пожарной автоматики определяется организацией-проектировщиком в зависимости от технологических, конструктивных и объемно-планировочных особенностей защищаемых зданий и помещений с учетом требований. Здания и помещения, перечисленные в пунктах 3, 6.1, 7, 9, 10, 13 таблицы 1, пунктах 14—19, 26—29, при применении автоматической пожарной сигнализации следует оборудовать дымовыми пожарными извещателями.

В зданиях и сооружениях, указанных в данном перечне, следует защищать соответствующими автоматическими установками все помещения независимо от площади, кроме помещений:

- с мокрыми процессами (душевые, санузлы, охлаждаемые камеры, помещения мойки и т. п.);
- венткамер (приточных, а также вытяжных, не обслуживающих производственные помещения категории А или Б), насосных водоснабжения, бойлерных и других помещений для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы;
- категории В4 и Д по пожарной опасности;
- лестничных клеток.

Если площадь помещений, подлежащих оборудованию системами автоматического пожаротушения, составляет 40 % и более от общей площади этажей здания, сооружения, следует предусматривать оборудование здания, сооружения в целом системами автоматического пожаротушения, за исключением помещений, перечисленных в п. 4.

Категория зданий и помещений определяется в соответствии с нормативными документами в области пожарной безопасности, утвержденными в установленном порядке.

Защита наружных технологических установок с обращением взрывопожароопасных веществ и материалов автоматическими установками тушения и обнаружения пожара определяется ведомственными нормативными документами, согласованными и утвержденными в установленном порядке.

Здания, сооружения и помещения, не вошедшие в настоящий Перечень, оборудуются установками пожарной автоматики, а также автономными установками пожаротушения в соответствии с требованиями стандартов, предусмотренных Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и утвержденными в установленном порядке.

Перечень зданий и помещений, которые целесообразно оборудовать автоматической пожарной сигнализацией с передачей сигнала о пожаре по радиотелекоммуникационной системе на центральный узел связи подразделения, от-

ветственного за противопожарную защиту объекта, определяется по согласованию в установленном порядке.

## I Здания

Т а б л и ц а А.1

Объект защиты	АУП	АУПС
	Нормативный показатель	
1 Здания складов категории В по пожарной опасности с хранением на стеллажах высотой 5,5 м и более	Независимо от площади и этажности	
2 Здания складов категории В по пожарной опасности высотой два этажа и более (кроме указанных в п. 1)	Независимо от площади	
3 Здания архивов уникальных изданий, отчетов, рукописей и другой документации особой ценности	Независимо от площади	
4 Здания и сооружения для автомобилей:		
4.1 Автостоянки закрытого типа		
4.1.1 Подземные, надземные высотой 2 этажа и более	Независимо от площади и этажности	
4.1.2 Надземные одноэтажные		
4.1.2.1 Здания I, II, III степеней огнестойкости	При общей площади 7000 кв.м и более	При общей площади менее 7000 кв.м
4.1.2.2 Здания IV степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0	При общей площади 3600 кв.м и более	При общей площади менее 3600 кв. м
4.1.2.3 Здания IV степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С1	При общей площади 2000 кв.м и более	При общей площади менее 2000 кв.м
4.1.2.4 Здания IV степени огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С2, С3	При общей площади 1000 кв. м и более	При общей площади менее 1000 кв.м
4.1.3 Здания механизированных автостоянок	Независимо от площади и этажности	
4.2 Для технического обслуживания и ремонта	По	20]
5 Здания высотой более 30 м (за исключением жилых зданий и производственных зданий категории Г и Д по пожарной опасности)	Независимо от площади	
6 Жилые здания:		
6.1 Общежития, специализированные жилые дома для престарелых и инвалидов <sup>1)</sup>		Независимо от площади
6.2 Жилые здания высотой более 28 м <sup>2)</sup>		Независимо от площади
7 Одноэтажные здания из легких металлических конструкций с полимерными горючими утеплителями:		

7.1 Общественного назначения	800 м <sup>2</sup> и более <sup>3)</sup>	Менее 800 м <sup>2</sup>
7.2 Административно-бытового назначения	1200 м <sup>2</sup> и более	Менее 1200 м <sup>2</sup>
8 Здания и сооружения по переработке и хранению зерна		Независимо от площади и этажности
9 Здания общественного и административно-бытового назначения (кроме указанных в пп. 11, 13)		Независимо от площади и этажности
10 Здания предприятий торговли (за исключением помещений, указанных в п. 4 настоящих норм, и помещений хранения и подготовки к продаже мяса, рыбы, фруктов и овощей (в негорючей упаковке), металлической посуды, негорючих строительных материалов):		
10.1 Одноэтажные (за исключением п. 13):		
10.1.1 При размещении торгового зала и подсобных помещений в цокольном или подвальном этажах	200 м <sup>2</sup> и более	Менее 200 м <sup>2</sup>
10.1.2 При размещении торгового зала и подсобных помещений в наземной части здания	При площади здания 3500 м <sup>2</sup> и более	При площади здания менее 3500 м <sup>2</sup>
10.2 Двухэтажные:		
10.2.1 Общей торговой площадью	3500 м <sup>2</sup> и более	Менее 3500 м <sup>2</sup>
10.2.2 При размещении торгового зала в цокольном или подвальном этажах	Независимо от величины торговой площади	
10.3 Трехэтажные и более	Независимо от величины торговой площади	
10.4 Здания специализированных предприятий торговли по продаже легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (за исключением расфасованного товара в таре емкостью не более 20 л)	Независимо от площади	
11 Автозаправочные станции (в том числе контейнерного типа), а также палатки, магазины и киоски, относящиеся к ним	По ГОСТ Р «Автозаправка пожарной	очные станции. Требования безопасности»
12 Культурные здания и комплексы (производственные, складские и жилые здания комплексов оборудуются по требованиям соответствующих пунктов настоящего свода правил)		Независимо от площади и этажности
13 Здания выставочных павильонов:		
13.1 Одноэтажные (за исключением п. 12)	1000 м <sup>2</sup> и более	Менее 1000 м <sup>2</sup>
13.2 Двухэтажные и более	Независимо от площади	

1) Наряду с АУПС помещения квартир и общежитий следует оборудовать автономными оптико-электронными дымовыми пожарными извещателями.

2) Пожарные извещатели АУПС устанавливаются в прихожих квартир и используются для открывания клапанов и включения вентиляторов установок подпора воздуха и дымоудаления. Жилые помещения квартир в жилых зданиях высотой три этажа и более следует оборудовать автономными оптико-электронными дымовыми пожарными извещателями.

3) Здесь и далее в таблице А.1 указана общая площадь помещений.

## II Сооружения

Т а б л и ц а А.2

Объект защиты	АУПТ АУПС	
	Нормативный показатель	
1 Кабельные сооружения <sup>1)</sup> электростанций	Независимо от площади	
2 Кабельные сооружения подстанций напряжением, кВ:		
2.1 500 и выше	Независимо от площади	
2.2 Менее 500		Независимо от площади
3 Кабельные сооружения подстанций глубокого ввода напряжением 110 кВ с трансформаторами мощностью:		
3.1 63 МВА и выше	Независимо от площади	
3.2 Менее 63 МВА		Независимо от площади
4 Кабельные сооружения промышленных и общественных зданий	Более 100 м <sup>3</sup>	100 м <sup>3</sup> и менее
5 Комбинированные тоннели производственных и общественных зданий при прокладке в них кабелей и проводов напряжением 220 В и выше в количестве:		
5.1 Объемом более 100 м <sup>3</sup>	12 шт. и более	От 5 до 12 шт.
5.2 Объемом 100 м <sup>3</sup> и менее		5 и более шт.
6 Кабельные тоннели и закрытые полностью галереи (в том числе комбинированные), прокладываемые между промышленными зданиями		50 м <sup>3</sup> и более
7 Городские кабельные коллекторы и тоннели (в том числе комбинированные)		Независимо от площади и объема
8 Кабельные сооружения при прокладке в них маслонаполненных кабелей в металлических трубах		Независимо от площади

9 Емкостные сооружения (резервуары) для наземного хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	Объемом 5000 м <sup>3</sup> и более	
10 Закрытые галереи, эстакады для транспортирования лесоматериалов		Независимо от длины
11 Пространства за подвесными потолками и под двойными полами при прокладке в них воздуховодов, трубопроводов с изоляцией, выполненной из материалов группы горючести Г1 — Г4, а также кабелей (проводов), не распространяющих горение (НГ) и имеющих код пожарной опасности ПРГП1 (по [21]), в том числе при их совместной прокладке <sup>2)</sup> :		
11.1 Воздуховодов, трубопроводов или кабелей (проводов) с объемом горючей массы кабелей (проводов) 7 и более литров на метр кабельной линии (КЛ), в том числе при их совместной прокладке	Независимо от площади и объема	
11.2 Кабелей (проводов) типа НГ с общим объемом горючей массы от 1,5 до 7 л на метр КЛ		Независимо от площади и объема
12 Автотранспортные тоннели	По нормативным документам субъектов Российской Федерации, утвержденным в установленном порядке	

1) Под кабельными сооружениями в настоящем своде правил понимаются тоннели, каналы, подвалы, шахты, этажи, двойные полы, галереи, камеры, используемые для прокладки электрокабелей (в том числе совместно с другими коммуникациями).

2) 1 Кабельные сооружения, пространства за подвесными потолками и под двойными полами автоматическими установками не оборудуются (за исключением пп. 1—3):

а) при прокладке кабелей (проводов) в стальных водогазопроводных трубах или стальных сплошных коробах с открываемыми сплошными крышками;

б) при прокладке трубопроводов и воздухопроводов с негорючей изоляцией;

в) при прокладке одиночных кабелей (проводов) типа НГ для питания цепей освещения;

г) при прокладке кабелей (проводов) типа НГ с общим объемом горючей массы менее 1,5 л на 1 метр КЛ за подвесными потолками, выполненными из материалов группы горючести НГ и Г1.

2 В случае если здание (помещение) в целом подлежит защите АУПТ, пространства за подвесными потолками и под двойными полами при прокладке в них воздуховодов, трубопроводов с изоляцией, выполненной из материалов группы горючести Г1—Г4, или кабелей (проводов) с объемом горючей массы кабелей (проводов) более 7 л на 1 метр КЛ необходимо защищать соответствующими установками. При этом если высота от перекрытия до подвесного потолка или от уровня черного пола до уровня двойного пола не превышает 0,4 м, устройство АУПТ не требуется.

3 Объем горючей массы изоляции кабелей (проводов) определяется по методике ГОСТ Р МЭК 60332-3-22.

### III Помещения

Т а б л и ц а А.3

Объект защиты	АУПТ	АУПС
	Нормативный показатель	
<b>Помещения складского назначения</b>		
1 Категории А и Б по взрывопожарной опасности (кроме помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна)	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
2 Для хранения каучука, целлулоида и изделий из него, спичек, щелочных металлов, пиротехнических изделий	Независимо от площади	
3 Для хранения шерсти, меха и изделий из него; фото-, кино-, аудиопленки на горючей основе	Независимо от площади	
4 Категории В1 по пожарной опасности (кроме указанных в пп. 2, 3 и помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна) при их размещении в этажах:		
4.1 В цокольном и подвальном	Независимо от площади	
4.2 В надземных	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
5 Категорий В2 — В3 по пожарной опасности (кроме указанных в пп. 2, 3 и помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна) при их размещении в этажах:		
5.1 В цокольном и подвальном	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
5.2 В надземных	1000 м <sup>2</sup> и более	Менее 1000 м <sup>2</sup>
<b>Производственные помещения</b>		
6 Категории А и Б по взрывопожарной опасности с обращением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, горючих пылей и волокон (кроме указанных в п. 11 и помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна)	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
7 С наличием щелочных металлов при размещении в этажах:		
7.1 В цокольном	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
7.2 В надземных	500 м <sup>2</sup> и более	Менее 500 м <sup>2</sup>
8 Категории В1 по пожарной опасности (кроме помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна) при размещении в этажах:		
8.1 В цокольном и подвальном	Независимо от площади	

8.2 В надземных (кроме указанных в пп. 11 — 18)	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
9 Категории В2 — В3 по пожарной опасности (кроме указанных в пп. 10 — 18 и помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна) при их размещении в этажах:		
9.1 В цокольном и подвальном:		
9.1.1 Не имеющие выходов непосредственно наружу	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
9.1.2 При наличии выходов непосредственно наружу	700 м <sup>2</sup> и более	Менее 700 м <sup>2</sup>
9.2 В надземных	1000 м <sup>2</sup> и более	Менее 1000 м <sup>2</sup>
10 Маслоподвалы	Независимо от площади	
11 Помещения приготовления: суспензии из алюминиевой пудры, резиновых клеев; на основе ЛВЖ и ГЖ: лаков, красок, клеев, мастик, пропиточных составов; помещения окрасочных, полимеризации синтетического каучука, компрессорных с газотурбинными двигателями, огневых подогревателей нефти. Помещения с генераторами с приводом от двигателей, работающих на жидком топливе	Независимо от площади	
12 Помещения высоковольтных испытательных залов, помещения, экранированные горючими материалами	Независимо от площади	
<b>Помещения связи</b>		
13 Вентиляционные, трансформаторные помещения, помещения разделительных устройств: передающих радиостанций мощностью передатчиков 150 кВт и выше, приемных радиостанций с числом приемников от 20, стационарных станций космической связи с мощностью передающего устройства более 1 кВт, ретрансляционных телевизионных станций мощностью передатчиков 25 — 50 кВт, сетевых узлов, междугородных и городских телефонных станций, телеграфных станций, оконечных усилительных пунктов и районных узлов связи		Независимо от площади
14 Необслуживаемые и обслуживаемые без вечерних и ночных смен: технические цехи оконечных усилительных пунктов, промежуточных радиорелейных станций, передающих и приемных радиоцентров	Независимо от площади	
15 Необслуживаемые аппаратные базовых станций сотовой системы подвижной радиосвязи и аппаратные радиорелейных станций сотовой системы подвижной радиосвязи	24 м <sup>2</sup> и более	Менее 24 м <sup>2</sup>
16 Помещения главных касс, помещения бюро контроля переводов и зональных вычислительных центров почтамтов, городских и районных узлов почтовой связи общим объемом зданий:		

16.1 40 тыс. м <sup>3</sup> и более	24 м <sup>2</sup> и более	Менее 24 м <sup>2</sup>
16.2 Менее 40 тыс. м <sup>3</sup>		
17 Автозалы АТС, где устанавливается коммутационное оборудование квазиэлектронного и электронного типов совместно с ЭВМ, используемой в качестве управляющего комплекса, устройствами ввода-вывода, помещения электронных коммутационных станций, узлов, центров документальной электросвязи емкостью:		
17.1 10 тыс. и более номеров, каналов или точек подключения	Независимо от площади	
17.2 Менее 10 тыс. номеров, каналов или точек подключения		Независимо от площади
18 Выделенные помещения управляющих устройств на основе ЭВМ автоматических междугородных телефонных станций при емкости станций:		
18.1 10 тыс. междугородных каналов и более	24 м <sup>2</sup> и более	Менее 24 м <sup>2</sup>
18.2 Менее 10 тыс. междугородных каналов		Независимо от площади
19 Помещения обработки, сортировки, хранения и доставки посылок, письменной корреспонденции, периодической печати, страховой почты	500 м <sup>2</sup> и более	Менее 500 м <sup>2</sup>
<b>Помещения транспорта</b>		
20 Помещения железнодорожного транспорта: электромашинные, аппаратные, ремонтные, тележечные и колесные, разборки и сборки вагонов, ремонтно-комплектовочные, электровагонные, подготовки вагонов, дизельные, технического обслуживания подвижного состава, контейнерных депо, производства стрелочной продукции, горячей обработки цистерн, тепловой камеры обработки вагонов для нефтебиту-ма, шпалопропиточные, цилиндрические, отстоя пропитанной древесины	Независимо от площади	
21 Наземные и подземные помещения и сооружения метрополитенов и подземных скоростных трамваев	По нормативным документам субъектов Российской Федерации, утвержденным в установленном порядке	
22 Помещения контрольно-диспетчерского пункта с автоматической системой, центра коммутации сообщений, дальних и ближних приводных радиостанций с радиомаркерами	Независимо от площади	
23 Помещения демонтажа и монтажа авиадвигателей, воздушных винтов, шасси и колес самолетов и вертолетов	Независимо от площади	
24 Помещения самолетного и двигателеремонтного производств	Независимо от площади	
25 Помещения для хранения транспортных средств		

размещаемые в зданиях иного назначения (за исключением индивидуальных жилых домов), при их расположении:		
25.1 В подвальных и подземных этажах (в том числе под мостами)	Независимо от площади	
25.2 В цокольных и надземных этажах <sup>1)</sup>	При хранении 3 и более автомобилей	При хранении менее 3 автомобилей
<b>Общественные помещения</b>		
26 Помещения хранения и выдачи уникальных изданий, отчетов, рукописей и другой документации особой ценности (в том числе архивов операционных отделов)	Независимо от площади	
27 Помещения хранилищ и помещения хранения служебных каталогов и описей в библиотеках и архивах с общим фондом хранения:		
27.1 500 тыс. единиц и более	Независимо от площади	
27.2 Менее 500 тыс. единиц		Независимо от площади
28 Выставочные залы <sup>2)</sup>	1000 м <sup>2</sup> и более	Менее 1000 м <sup>2</sup>
29 Помещения хранения музейных ценностей <sup>2)</sup>	Независимо от площади	
30 В зданиях культурно-зрелищного назначения:		
30.1 В кинотеатрах и клубах с эстрадами при вместимости зала более 700 мест при наличии колосников <sup>3)</sup>	Независимо от площади	
30.2 В клубах со сценами размерами, м: 12,5×7,5; 15×7,5; 18×9 и 21×12 при вместимости зала до 700 мест <sup>3)</sup>	Независимо от площади	
30.3 В клубах со сценами размерами 18×9; 21×12 при вместимости зрительного зала более 700 мест, со сценами 18×12 и 21×15 независимо от вместимости, а также в театрах <sup>3), 4)</sup>	Независимо от площади	
30.4 В концертных и киноконцертных залах филармоний вместимостью 800 мест и более	Независимо от площади	
30.5 Склады декораций, бутафории и реквизита, столлярные мастерские, фуражные, инвентарные и хозяйственные кладовые, помещения хранения и изготовления рекламы, помещения производственного назначения и обслуживания сцены, помещения для животных, чердачное подкупольное пространство над зрительным залом	Независимо от площади	

31 Помещения хранилищ ценностей:		
31.1 В банках	По	22]
31.2 В ломбардах	Независимо от площади	
32 Съёмочные павильоны киностудий	1000 м <sup>2</sup> и более	Менее 1000 м <sup>2</sup>
33 Помещения (камеры) хранения багажа ручной клади (кроме оборудованных автоматическими ячейками) и склады горючих материалов в зданиях вокзалов (в том числе аэровокзалов) в этажах:		
33.1 В цокольном и подвальном	Независимо от площади	
33.2 В надземных	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
34 Помещения для хранения горючих материалов или негорючих материалов в горючей упаковке при расположении их:		
34.1 Под трибунами любой вместимости в крытых спортивных сооружениях	100 м <sup>2</sup> и более	Менее 100 м <sup>2</sup>
34.2 В зданиях крытых спортивных сооружений вместимостью 800 и более зрителей	100 м <sup>2</sup> и более	Менее 100 м <sup>2</sup>
34.3 Под трибунами вместимостью 3000 и более зрителей при открытых спортивных сооружениях	100 м <sup>2</sup> и более	Менее 100 м <sup>2</sup>
35 Помещения для размещения:		
35.1 Электронно-вычислительных машин (ЭВМ), оборудования АСУ ТП, работающих в системах управления сложными технологическими процессами, нарушение которых влияет на безопасность людей <sup>5)</sup>	Независимо от площади	
35.2 Связных процессоров (серверные), архивов магнитных носителей, графопостроителей, печати информации на бумажных носителях (принтерные) <sup>5)</sup>	24 м <sup>2</sup> и более	Менее 24 м <sup>2</sup>
35.3 Для размещения персональных ЭВМ на рабочих столах пользователей		Независимо от площади
36 Помещения предприятий торговли, встроенные и встроенно-при-строенные в здания другого назначения:		
36.1 Подвальные и цокольные этажи	200 м <sup>2</sup> и более	Менее 200 м <sup>2</sup>
36.2 Надземные этажи	500 м <sup>2</sup> и более	Менее 500 м <sup>2</sup>
37 Помещения производственного и складского назначения, расположенные в научно-исследовательских учреждениях,	Оборудуются в соответствии с табл. А.3	настояще-правил

ниях и других общественных зданиях	ветст го свода	
38 Помещения иного административного и общественного назначения, в том числе встроенные и пристроенные		Независимо от площади

1) При размещении автомобилей в выставочных и торговых залах помещения данных выставочных и торговых залов оборудуются АУПТ в соответствии с 28 и 36 данной таблицы.

2) Данное требование не распространяется на помещения, временно используемые для выставок (фойе, вестибюли и т.д.), а также на помещения, где хранение ценностей производится в металлических сейфах.

3) Дренчеры устанавливаются под колосниками сцены и арьерсцены, под нижним ярусом рабочих галерей и соединяющими их нижними переходными мостиками, в сейфах скатанных декораций и во всех проемах сцены, включая проемы портала, карманов и арьерсцены, а также части трюма, занятой конструкциями встроенного оборудования сцены и подъемно-опускных устройств.

4) Спринклерными установками оборудуются: покрытия сцены и арьерсцены, все рабочие галереи и переходные мостики, кроме нижних, трюм (кроме встроенного оборудования сцены), карманы сцены, арьерсцена, а также складские помещения, кладовые, мастерские, помещения станковых и объемных декораций, камера пылеудаления.

5) В случаях, предусмотренных пунктом 8.15.1 настоящего свода правил, для помещений, требующих оснащения автоматическими установками газового пожаротушения допускается не применять такие установки, при условии, что все электронное и электротехническое оборудование защищено автономными установками пожаротушения, а в помещениях установлена автоматическая пожарная сигнализация.

#### IV Оборудование

Т а б л и ц а А.4

Объект защиты	АУПТ АУПС
	Нормативный показатель
1 Окрасочные камеры с применением ЛВЖ и ГЖ	Независимо от типа
2 Сушильные камеры	Независимо от типа
3 Циклоны (бункеры) для сбора горючих отходов	Независимо от типа
4 Масляные силовые трансформаторы и реакторы:	
4.1 Напряжением 500 кВ и выше	Независимо от мощности
4.2 Напряжением 220 — 330 кВ и выше, мощностью	200 МВА и выше
4.3 Напряжением 110 кВ и выше, установленные в зданиях гидроэлек-	63 МВА и

тростанций, с единичной мощностью	выше
4.4 Напряжением 110 кВ и выше, установленные в камерах закрытых подстанций глубокого ввода и в закрытых распределительных установках электростанций и подстанций, мощностью	63 МВА и выше
5 Испытательные станции передвижных электростанций и агрегатов с дизель- и бензоэлектрическими агрегатами, смонтированными на автомашинах и прицепах	Независимо от площади
6 Стеллажи высотой более 5,5 м для хранения горючих материалов и негорючих материалов в горючей упаковке	Независимо от площади
7 Масляные емкости для закаливания	3 м <sup>3</sup> и более
8 Электрощиты и электрошкафы (в том числе распределительных устройств), расположенные в помещениях класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 <sup>1)</sup>	До 0,1 м <sup>3</sup>

1) Перечисленное оборудование подлежит защите автономными установками пожаротушения.

Примечание: Электроустановки, расположенные на стационарных наземных и подземных объектах метрополитена следует защищать автономными установками пожаротушения.

2. Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемого помещения и вида горючей нагрузки.

В соответствии с нормами пожарной безопасности НПБ 88-2001 "Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования", приложением 12 «Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемого помещения и вида горючей нагрузки» принимается решение типе извещателя (табл. 1).

Таблица 1. Выбор типов пожарных извещателей

Перечень характерных помещений производств, технологических процессов	Вид пожарного извещателя
<b>1. Производственные здания</b>	
1.1.С производством и хранением: изделий из древесины синтетических смол, синтетических волокон, полимерных материалов, текстильных, текстильно-галантерейных, швейных, обувных, кожевенных, табачных, меховых, и целлюлозно-бумажных изделий, целлулоида, резины, резинотехнических изделий, горючих рентгеновских и кинофотопленок, хлопка	Дымовой, тепловой, пламени
лаков, красок, растворителей, ЛВЖ, ГЖ, смазочных материалов, химических реактивов, спиртоводочной продукции	Тепловой, пламени
щелочных металлов, металлических порошков	Пламени
- муки, комбикормов, других продуктов и материалов с выделением пыли.	Тепловой, пламени
1.2.С производством: бумаги, картона, обоев, животноводческой и птицеводческой продукции.	Дымовой, тепловой, пламени
1.3.С хранением: негорючих материалов в горючей упаковке, твердых горючих материалов.	Дымовой, тепловой, пламени
1.4. Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС	Дымовой
<b>2. Специальные сооружения:</b>	

2.1. Помещения для прокладки кабелей, для трансформаторов и распределительных устройств, электрощитовые;	Дымовой, тепловой
2.2. Помещения для оборудования и трубопроводов по перекачке горючих жидкостей и масел, для испытаний двигателей внутреннего сгорания и топливной аппаратуры, наполнения баллонов горючими газами;	Пламени, тепловой
2.3. Помещения предприятий по обслуживанию автомобилей	Дымовой, тепловой, пламени
3. Административные, бытовые и общественные здания и сооружения:	
3.1. Зрительные, репетиционные, лекционные, читальные и конференц-залы, кулуарные, фойе, холлы, коридоры, гардеробные, книгохранилища, архивы, пространства за подвесными потолками;	Дымовой
3.2. Артистические, костюмерные, реставрационные мастерские, кино-и светопроекционные, аппаратные, фотолаборатории	Дымовой, тепловой, пламени
3.3. Административно-хозяйственные помещения, машиносчетные станции, 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

В случае альтернативного выбора различных типов извещателей решение принимается по виду горючей нагрузки.

Пожарная нагрузка - количество теплоты, отнесенное к единице поверхности пола, которое может выделиться в помещении или здании при пожаре.

Пожарная нагрузка характеризует энергетический потенциал сгораемых материалов, приходящийся на единицу площади пола или участка земли. Пересчет на древесину осуществляется, исходя из того, что при сгорании 1 кг древесины в среднем выделяется 18,8 МДж энергии.

Пожарная нагрузка - количество теплоты, отнесенное к единице поверхности пола, которое может выделиться в помещении или здании при пожаре.

Пожарная нагрузка помещений больниц колеблется от 40 в палатах до 100 кг / м<sup>2</sup> в регистратурах.

Если пожарная нагрузка размещена в помещении на площади  $F=a \times b$  м<sup>2</sup> (размеры размещения горючего вещества), то в этом помещении при любом количестве пожарной нагрузки будет развиваться локальный пожар. Если пожарная нагрузка размещена на площади  $a \times b \times h$  (длина на ширину и на высоту) м<sup>3</sup>, то в таком помещении будет развиваться объемный пожар. Скорость выгорания и скорость распространения огня по пожарной нагрузке не определяются по справочным данным, экспериментально или по статистическим данным о развитии пожара. Продолжительность начальной стадии пожара зависит от объема помещения, его высоты, характеристик проемов и их состояния (открыты или закрыты) в момент возникновения пожара, характеристик строительных конструкций, количества, расположения и вида пожарной нагрузки. Для нормативного метода расчета используется значение минимальной продолжительности начальной стадии пожара. Минимальная продолжительность начальной стадии

пожара определяется из условия, что к моменту возникновения пожара проемы находятся в закрытом состоянии. Это позволяет исключить существенную неопределенность, связанную с определением состояния проемов к моменту возникновения пожара.

### ***Характеристика некоторых огнетушащих веществ***

***Вода и растворы.*** Вода является основным средством тушения пожаров. Она дешева, доступна, легко подается к месту горения, хорошо сохраняется в течение длительного времени, не обладает токсическими свойствами, эффективна при тушении большинства сгораемых материалов.

Высокая огнетушащая способность воды обуславливается ее значительной теплоемкостью. При нормальном атмосферном давлении и температуре 20° С теплоемкость воды равна 1 ккал/кг. Из 1л воды образуется 1750л сухого насыщенного пара. При этом затрачивается 539 ккал тепловой энергии. Выделяющийся пар вытесняет кислород из зоны горения.

Однако вода обладает большой силой поверхностного натяжения, поэтому проникающая способность воды не всегда бывает достаточной. Известен ряд материалов (пыль, хлопок и др.), в поры которых вода не в состоянии проникнуть и прекратить тление. В таких случаях для снижения поверхностного натяжения и повышения проникающей способности в воду добавляют определенное количество (от 0,5 до 4% по весу) поверхностно-активных веществ-смачивателей. Наиболее распространены следующие смачиватели: пенообразователь ПО-1, ПО-5.

Применение смачивателей при прочих равных условиях уменьшает расход воды в 2-2,5 раза и сокращает время тушения на 20-30%. Недостаток смачивателей – их агрессивность.

Для тушения пожаров применяется вода в виде сплошных и тонко распыленных струй. Распыленная вода может быть с успехом применена для тушения нефтепродуктов. При этом важным условием успеха тушения является создание над горящей поверхностью достаточно плотной завесы из мелких капель. Эта завеса ограничивает поступление кислорода из окружающей среды в зону горения. Кислород, проникший сквозь завесу в зону горения, разбавляется паром, образовавшимся в результате испарения капель воды. В результате создаются условия, при которых горение невозможно.

Воду в виде сплошных струй применяют для механического отрыва пламени и, в меньшей степени, чем распыленную воду для охлаждения окружающих конструкций. Недостатком сплошной струи является низкий коэффициент использования теплоемкости воды из-за короткого времени ее контакта с зоной горения.

Для тушения лесных и степных пожаров применяют различные растворы солей. Для получения раствора к воде добавляют соли хлористого кальция, каустическую соду, глауберову соль, сернокислый аммоний и др., которые повышают теплоемкость воды и после ее испарения образуют на обработанной поверхности пленку из солей. Эта пленка предотвращает повторное загорание потушенного очага от искр и угольков.

Однако вода - не универсальное средство. Со многими веществами, например, со щелочными и со щелочноземельными металлами она вступает в химическую реакцию с выделением водорода, сопровождающуюся значительным выделением тепла. Некоторые соединения, например, гидросульфит натрия при взаимодействии с водой разлагаются. Поэтому в подобных случаях, а также при тушении электроустановок, вода не может рекомендоваться в качестве огнетушащего вещества.

**Пены** – коллоидные системы, состоящие из пузырьков газа, окруженных пленками жидкости. Подразделяются на химическую и воздушно-механическую пены.

Химическую пену получают в результате реакции нейтрализации между кислотой и щелочью. Воздушно-механическую пену получают в результате механического перемешивания пенообразующего раствора с воздухом.

Основной характеристикой пен является кратность – отношение объема пены к объему ее жидкой фазы.

Применяются пены для тушения нефтепродуктов и горючих жидкостей, пожаровзрывоопасных объектов, при тушении твердых гидрофобных горючих материалов (торф, хлопок, бумага и т.д.). Нельзя применять для тушения щелочных и щелочноземельных металлов и электрооборудования под напряжением.

Недостатки применения пены: взаимодействие с некоторыми химическими веществами (щелочными, щелочноземельными металлами и др.); электропроводность.

**Инертные разбавители** - диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), азот ( $\text{N}_2$ ), аргон (Ar). Диоксид углерода применяется в твердом состоянии (углекислый снег), газообразном, аэрозольном состоянии.

Действие  $\text{CO}_2$  на очаг горения основано на разбавлении кислорода в зоне горения. Углекислый снег может быть получен при условии быстрого испарения жидкой углекислоты. Получаемая снегообразная углекислота имеет плотность  $1,5\text{г/см}^3$  при  $-80^\circ\text{C}$ . Снегообразная углекислота снижает температуру и уменьшает содержание кислорода в зоне горения. Из 1л твердой кислоты образуется 500л газа.

В газообразном состоянии двуокись углерода применяют для объемного тушения внутри помещений, заполняя весь объем и вытесняя из него кислород. Аэрозольная двуокись углерода (в виде мельчайших кристаллических частичек) наибольший эффект дает в помещениях, в воздухе которых могут находиться мельчайшие сгораемые частички (хлопок, пыль и др.) В этом случае двуокись углерода не только производит тушение, но и способствует быстрому осаждению взвешенных в воздухе частичек. Для прекращения горения в помещении необходимо создать 30%-ую концентрацию паров углекислого газа.

Применяя двуокись углерода, необходимо помнить, что она представляет опасность для людей. Поэтому входить в помещение после заполнения его двуокисью углерода можно только в кислородных изолирующих противогазах.

Углекислота не электропроводна и испаряется, не оставляя после себя

следов. Двуокись углерода применяется при тушении электрооборудования, двигателей внутреннего сгорания, при тушении пожаров в хранилищах ценных материалов, в архивах, библиотеках и т.п. Двуокись углерода нельзя применять как огнетушащее вещество при горении этилового спирта, т.к. углекислый газ растворяется в нем, а также при горении веществ, способных гореть без доступа воздуха (термит, целлулоид и т.д.). Кроме  $\text{CO}_2$  в качестве огнетушащих веществ применяют и другие инертные газы: азот, шестифтористая сера.

**Хладоновые составы** – это составы с галоидосодержащими углеводородами. Они представляют собой легкоиспаряющиеся жидкости, вследствие чего их относят к газам или аэрозолям. Основными составами, используемыми при тушении пожаров, являются: хладон 125 ( $\text{C}_2\text{HF}_5$ ); хладон 318 ( $\text{C}_4\text{Cl}_3\text{F}_8$ ).

Эти составы на сегодняшний день являются наиболее эффективными средствами тушения пожаров. Действие их основано на ингибировании химической реакции горения и взаимодействия с кислородом воздуха.

Применяются для тушения пожаров классов А, Б, С и электроустановок при практически неограниченных температурах.

Достоинства применения хладоновых составов: наиболее эффективны по сравнению со всеми имеющимися составами; обладают высокой проникающей способностью; применяются при отрицательных температурах (до  $-70^\circ\text{C}$ ).

Недостатки применения: токсичность; образование коррозионно-активных соединений в присутствии влаги; неэффективны для применения на открытом воздухе; неэффективны для применения на открытом воздухе; нельзя тушить щелочные и щелочноземельные металлы и кислотосодержащие вещества.

**Порошковые составы.** К порошковым огнетушащим составам, применяющимся в настоящее время, относят:

- ПСБ-3М (~90% бикарбоната натрия);
- Пирант-А (~96% фосфатов и сульфатов аммония);
- ПХК (~90% хлорида калия);
- АОС – аэрозолеобразующие составы.

Кроме основных составляющих огнетушащих порошков в их состав входят антислеживающие и гидрофобные добавки.

Порошковые огнетушащие составы применяют для тушения пожаров классов А, В, С и Е, электроустановок под напряжением.

Они неэффективны при тушении тлеющих материалов и веществ, горящих без доступа кислорода.

Действие огнетушащих порошков ПСБ-3М и Пирант-А основано на изоляции горячей поверхности от доступа кислорода.

Действие порошковых составов ПХК и АОС заключается в ингибировании химической реакции горения и уменьшении содержания  $\text{O}_2$  в зоне горения.

АОС представляют собой твердотопливные или пиротехнические композиции, способные к самостоятельному горению без доступа воздуха с образованием огнетушащих продуктов горения - инертных газов, высокодисперсных со-

лей и окислов щелочных металлов. Эти соединения малотоксичны, экологически безвредны.

В настоящее время применяются: пламенные АОС; охлажденные АОС.

Пламенные составы при срабатывании устройств аэрозолеобразующих составов имеют факел пламени достигающий несколько метров и температуру продуктов горения на выходе 1200-1500°C. Это является их недостатком.

Охлажденные аэрозолеобразующие составы получают с помощью, специальных охлаждающих насадок. Это позволяет снизить температуру АОС при горении от 600 до 200°C, но при этом аэрозольная смесь будет содержать продукты неполного сгорания АОС, что значительно повышает токсичность продуктов горения по сравнению с пламенными АОС.

АОС используют для тушения в огнетушителях, в генераторах различных типов, как в автономном режиме, так и в автоматических установках аэрозольного пожаротушения.

Краткий анализ пожарной опасности помещения, защищаемого АУП и СПС

Пример 1

Дано помещение цеха вальцевания, размерам 14x10x6 м, в технологическом процессе которого применяется резина. Помещение II степени огнестойкости, отопление есть, вентиляция отсутствует, постоянно открытых проемов нет, пожаровзрывоопасность электрооборудования по ПУЭ-П-Ша. Пожарная нагрузка в цехе составляет 210 кг\*м<sup>-2</sup>. Линейная скорость распространения горения V<sub>л</sub>=0,018 м\*с<sup>-1</sup>, массовая скорость выгорания V<sub>м</sub>=0,012 кг\*м<sup>-2</sup>\*с<sup>-1</sup>, низшая теплота сгорания Q<sup>н</sup>= 33,5\*10<sup>6</sup> Дж\*кг<sup>-1</sup>. Коэффициент дымообразования k<sub>д</sub>, пламенного горения составляет 0,052 кг\*кг<sup>-1</sup>, тления — 0,14 кг\*кг<sup>-1</sup>. Расстояние до станции пожаротушения — 45 м, гарантированный напор H<sub>г</sub>=10 м.

Зная пожарную нагрузку объекта, рассчитаем полное время свободного горения:

$$\tau_{\text{св}} = \frac{P}{V_{\text{м}}} = \frac{210}{0,012} = 17500 \text{ с} = 4,8 \text{ часа}$$

Энергию, которая может быть выделена при сгорании, рассчитаем по формуле:

$$E = h * Q^{\text{н}} * P * F = 0,95 * 33,5 * 10^6 * 210 * 140 = 9,3 * 10^{11} \text{ Дж},$$

где h — коэффициент полноты сгорания (0,95 для твердых сгораемых материалов и 0,75 для жидкостей), Q<sup>н</sup> — низшая теплота сгорания, Дж\*кг<sup>-1</sup>, P — пожарная нагрузка, кг\*м<sup>-2</sup>, F — площадь пола помещения, м<sup>2</sup>.

Пример 2.

Цех по производству горючих натуральных и искусственных смол в соответствии с ФЗ № 123 и СП 12.13130.2009 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» относится к категории "Б" или "В" в зависимости от количества ГЖ. В соответствии с ПУЭ-86 данное помещение относится к классу зоны П-І (п.7.4.3).

Смола сосновая горючая, вязкая, темно-коричневая жидкость, плотность 1050-1080, состав %(масс.): основное вещество 92.7, вода 0.5, механические

примеси 0.4, летучие вещества 1.8, водорастворимые кислоты 1.2, , Твсп =166, Твоспл =180, Тсамовоспл =403. Средства тушения: пена, порошок ПБС-3, (табл.4.1).

В цехе по производству горючих натуральных и искусственных смол будет наблюдаться быстрое распространение пожара по разлившимся горючим жидкостям, по воздуховодам систем вентиляции, по сгораемым конструкциям и отделочным строительным материалам. Пожары в данных помещениях характеризуются высокой температурой, а так же возможностью взрыва.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с основными понятиями.
3. Используя классификацию выявить и составить картину распространения пожара.
4. Результаты представить в виде таблицы.
5. Подготовить отчет.
6. Ответить на контрольные вопросы.

#### **Варианты задания:**

##### **Контрольные вопросы:**

1. Обоснование необходимости применения и вида АППЗ для заданного помещения.
2. Порядок расчета пожарной нагрузки
3. Сущность детерминированного и вероятного методов.
4. Требования НПБ 88-2001, ФЗ №123, СП 5.13130.2009, ГОСТ 12.1.004-91 по выбору АППЗ.

## **Практическая работа №2**

### **Выбор и размещение пожарных извещателей**

**Цель работы:** Выполнить анализ опасностей объекта методом причинно-следственных связей произвести сравнительную характеристику ОФП в начальный период развития пожара, рассчитать количество извещателей, определить вид, тип и разместить на плане помещения.

#### **Основные понятия**

1. При выборе расчетной схемы развития пожара все многообразие возможных схем целесообразно свести к двум схемам – круговое распространение пожара и горение штабеля из твердых горючих материалов.

К круговой схеме могут быть отнесены случаи распространения пожара по твердым (или волокнистым) горючим материалам, равномерно расположенным на достаточно больших площадях, а также случаи распространения пожара по рассредоточенно расположенным горючим материалам, небольшое расстояние между которыми не препятствует переходу пламени с горящего материала

на не горящий. Ко второй схеме могут быть отнесены случаи горения материалов, сложенных в виде штабелей различных размеров.

2. Тепловую мощность очага пожара для выбранных расчетных схем рассчитывают по формуле:

$$Q = K_T \cdot \tau^2, \text{ кВт} \quad (1)$$

где  $K_T$  - коэффициент, характеризующий темп изменения тепловой мощности очага пожара, кВт/с<sup>2</sup>;

$\tau$  - время с момента возникновения пламенного горения, с.

Коэффициент  $K_T$  рассчитывают в зависимости от выбранной схемы развития пожара по формулам:

а) для кругового распространения пожара

$$K_T = \pi \eta V_{\text{л}} \psi_{\text{уд}} Q_{\text{н}}, \quad (2)$$

где  $\eta$  - коэффициент полноты горения (допускается принимать равным 0,87);

$V_{\text{л}}$  - линейная скорость распространения пламени по поверхности материала, м/с;

$\psi_{\text{уд}}$  - удельная массовая скорость выгорания материала, кг/(м<sup>2</sup> с);

$Q_{\text{н}}$  - низшая рабочая теплота сгорания материала, кДж/кг.

Значения  $V_{\text{л}}$ ,  $\psi_{\text{уд}}$  и  $Q_{\text{н}}$  принимаются по справочной литературе.

б) для случая горения твердых горючих материалов, сложенных в виде штабеля

$$K_T = 1055/\tau^{2*}, \quad (3)$$

где  $\tau^*$  - время достижения характерной тепловой мощности очага пожара, принимаемой равной 1055 кВт, с

3. Определяют класс пожара по темпу его развития в зависимости от значения коэффициента  $K_T$ :

медленный темп развития пожара – темп изменения тепловой мощности очага пожара характеризуется условием  $K_T < 0,01$  кВт/с<sup>2</sup>;

средний темп развития пожара - темп изменения тепловой мощности очага пожара характеризуется условием  $0,01 < K_T < 0,03$  кВт/с<sup>2</sup>;

быстрый темп развития пожара - темп изменения тепловой мощности очага пожара характеризуется условием  $0,03 < K_T < 0,11$  кВт/с<sup>2</sup>;

сверхбыстрый темп развития пожара - темп изменения тепловой мощности очага пожара характеризуется условием  $K_T > 0,11$  кВт/с<sup>2</sup>

Определение предельно допустимой тепловой мощности очага пожара к моменту его обнаружения.

1. Величину предельно допустимой тепловой мощности очага пожара  $Q_{\text{пд}}$  определяют с учетом особенностей защищаемого помещения и возлагаемой на АУПС задачи по обеспечению безопасности людей и/или материальных ценностей.

2. При локально размещенной в помещении горючей нагрузке величина  $Q_{\text{пд}}$  может быть непосредственно задана по справочной литературе, содержащей данные по максимальной тепловой мощности, выделяемой при горении различных материалов (предметов), а также по формуле:

$$Q_{\text{пд}} = \eta \psi_{\text{уд}} F_{\text{пд}} Q_{\text{н}}, \text{ кВт} \quad (4)$$

где  $F_{\text{пд}}$  - площадь, занимаемая горючей нагрузкой, м<sup>2</sup>.

Выбор типа и размеров расчетного очага пожара производится с учетом заданной величины возможного материального ущерба.

3. Для кругового распространения пожара и с учетом задачи АУПС по обеспечению пожарной безопасности материальных ценностей величина  $Q_{\text{пд}}$  может определяться по формуле:

$$Q_{\text{пд}} = K_{\text{т}} \cdot K_{\text{б}} \cdot [F_{\text{пд}} / (\pi V_{2\text{л}})]^{0,5} \quad (5)$$

где  $K_{\text{б}}$  – коэффициент безопасности (допускается принимать равным 0,8);

$F_{\text{пд}}$  – предельно допустимая площадь пожара на момент обнаружения АУПС определяется на основании технико-экономического обоснования мер противопожарной защиты для конкретного объекта (допускается принимать равной 6 м<sup>2</sup>).

4. Величина  $Q_{\text{пд}}$  может быть рассчитана по значению необходимого времени обнаружения пожара, которое рассматривается в данном случае как критерий выполнения возложенной на АУПС задачи. Расчет проводится по следующей формуле:

$$Q_{\text{пд}} = K_{\text{т}} \cdot t_{\text{ноб}2}, \text{ кВт} \quad (6)$$

где  $t_{\text{ноб}}$  - необходимое время обнаружения пожара, с.

Необходимое время обнаружения пожара определяют с учетом возложенных на АУПС задач по обеспечению безопасности людей и/или материальных ценностей и рассчитываются по методикам, разработанным головными организациями, в области обеспечения пожарной безопасности.

При моделировании пожара в здании теплофизические свойства железобетонных и кирпичных конструкций принимались по табл.1, 2.

Таблица 1 Теплофизические характеристики некоторых материалов использованных на строительные конструкции здания

материал	Средняя плотность (В сухом состоянии) кг/м <sup>2</sup>	Коэффициент теплопроводности,	Удельная теплоемкость Дж/кг	Степень черноты
Кирпич глиняный обыкновенный	1580	0,34+0,00017t	710+0.42t	0,94
Тяжелый бетон на известняковым заполнителе	2250	1.14+0.00055t	710+0.83t	0.625
Цементно-песчаная	1930	0.62+0.00033t	770+0.63t	0.867

штукатурка				
------------	--	--	--	--

Таблица 2 Теплофизические характеристики материалов

материалы	T <sub>иг</sub>	Δ Н, кДж/кг	L, кДж/кг	Р, Кг/м <sup>3</sup>	С, кДж/(кг К)	Сбр (кДж/с) 2	W%	М max
Обивочный	290	30,5	1,2	22		2,05		0,067
Деревянный	360	11,9	3,9	440	1,36		11,9	0,047
Пластмасса	370	39,7	1,7	105		4,05		0,034
Ковер	290	29,7	2	750		6,07		0,014

Где T<sub>иг</sub> - температура воспламенения,

Δ Н – низшая теплота сгорания,

L, - теплота газификации,

Р – плотность,

С – теплоемкость,

Сбр – тепловая инерция,

W – влажность,

М max - максимальная скорость выгорания.

Данные о размерах дверных и оконных проемов приведены в табл.3.

При расчетах температурного режима пожара предполагалось, что разрушение остекления окон происходит в момент, когда температура у верха оконных рам достигает 300 °С.

Таблица 3 Данные о размерах дверных и оконных проемов

помещения	комната	Площадь пола	Размеры проемов		Суммарная площадь проемов м <sup>2</sup>
			окна	двери	
офис	Кабинет директора	15,3	1,4*1,2	0,8*2,1	3,36
	офис	28,05	1,4*1,2	0,8*2,1	3,36

Горючая нагрузка была обследована по детерминистической оценке во всех помещениях рассматриваемого здания. Средняя горючая нагрузка показана в таблице 4

Таблица 4 Средняя горючая нагрузка в помещениях

Помещение	Средняя горючая нагрузка, МДж/м <sup>2</sup>		
	Кабинет директора	офис	всего
офис	423	398	407

Методом математического моделирования исследована динамика развития пожара в помещениях.

При закрытой входной двери, время развития пожара в этом офисе достигает 2500 с и в большинстве пожаров максимальная температура изменяется в диапазоне от 1000°C до 1100°C. Время образования опасных концентраций токсичных газов изменяется от 250 с до 310 с.

#### 5. Общие положения при выборе типов пожарных извещателей для защищаемого объекта

- Выбор типа точечного дымового пожарного извещателя рекомендуется производить в соответствии с его способностью обнаруживать различные типы дымов, которая может быть определена по ГОСТ Р 50898.
- Пожарные извещатели пламени следует применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается появление открытого пламени.
- Спектральная чувствительность извещателя пламени должна соответствовать спектру излучения пламени горючих материалов, находящихся в зоне контроля извещателя.
- Тепловые пожарные извещатели следует применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается значительное тепловыделение.
- Дифференциальные и максимально-дифференциальные тепловые пожарные извещатели следует применять для обнаружения очага пожара, если в зоне контроля не предполагается перепадов температуры, не связанных с возникновением пожара, способных вызвать срабатывание пожарных извещателей этих типов.

Максимальные тепловые пожарные извещатели не рекомендуется применять в помещениях:

- с низкими температурами (ниже 0 оС);
- с хранением материальных и культурных ценностей.

При выборе тепловых пожарных извещателей следует учитывать, что температура срабатывания максимальных и максимально-дифференциальных извещателей должна быть не менее чем на 20 оС выше максимально допустимой температуры воздуха в помещении. Газовые пожарные извещатели рекомендуется применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается выделение определенного вида газов в концентрациях, которые могут вызвать срабатывание извещателей. Газовые пожарные извещатели не следует применять в помещениях, в которых в отсутствие пожара могут появляться газы в концентрациях, вызывающих срабатывание извещателей.

В том случае, когда в зоне контроля доминирующий фактор пожара не определен, рекомендуется применять комбинацию пожарных извещателей, реагирующих на различные факторы пожара, или комбинированные пожарные извещатели. Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемых помещений и вида горючей нагрузки рекомендуется производить

в соответствии с приложением.

Пожарные извещатели следует применять в соответствии с требованиями государственных стандартов, норм пожарной безопасности, технической документации и с учетом климатических, механических, электромагнитных и других воздействий в местах их размещения. Пожарные извещатели, предназначенные для выдачи извещения для управления АУП, дымоудаления, оповещения о пожаре, должны быть устойчивы к воздействию электромагнитных помех со степенью жесткости не ниже второй по НПБ 57-97. Дымовые пожарные извещатели, питаемые по шлейфу пожарной сигнализации и имеющие встроенный звуковой оповещатель, рекомендуется применять для оперативного, локального оповещения и определения места пожара в помещениях, в которых одновременно выполняются следующие условия:

- основным фактором возникновения очага загорания в начальной стадии является появление дыма
- в защищаемых помещениях возможно присутствие людей.

Такие извещатели должны включаться в единую систему пожарной сигнализации с выводом тревожных извещений на прибор приемно-контрольный пожарный, расположенный в помещении дежурного персонала.

### **Расчет размещения извещателей**

1. Предлагаемая методика позволяет рассчитывать максимально допустимые расстояния между точечными тепловыми и дымовыми пожарными извещателями в защищаемых помещениях и выбрать тип извещателей отвечающих требованиям обнаружения с учетом возложенной на автоматическую установку пожарной сигнализации (АУПС) задачи по обеспечению пожарной безопасности людей и/или материальных ценностей в зависимости от следующих параметров:

- темпа развития возможного пожара;
- предельно допустимой тепловой мощности очага пожара к моменту его обнаружения;
- характеристик пожарных извещателей;
- высоты помещения;
- температуры воздуха в помещении до пожара.

2. Методика позволяет модифицировать требования, изложенные в разделе 8 НПБ 88-2001 для условий, отличающихся от используемых при составлении таблиц с обязательными значениями максимальных расстояний между пожарными извещателями.

3. Результаты расчета максимально допустимых расстояний между пожарными извещателями, не снижающие обязательные требования норм, реализующие без согласования с органами Государственного пожарного надзора. Результаты расчетов, ослабляющие обязательные требования норм или не имеющие отражения в Нормах, согласовываются с территориальными органами Государственного пожарного надзора на основании экспериментальной проверки или экспертной оценки, проведенных головными организациями в области по-

жарной безопасности.

4. В качестве критерия своевременности обнаружения пожара в защищаемом помещении принимается условие срабатывания пожарных извещателей в момент достижения тепловой мощностью очага горения своего предельно допустимого значения, определяемого с учетом возложенной на автоматические установки пожарной сигнализации задачи (цели функционирования сигнализации) по обеспечению безопасности людей и/или материальных ценностей.

Последовательность определения максимально допустимых расстояний между точечными пожарными извещателями (предельно допустимого расстояния от вертикальной оси очага горения) при которых целевая функция выполняется

Максимально допустимые расстояния между точечными пожарными извещателями, при которых обеспечивается выполнение возложенной на АУПС задачи, определяют в следующей последовательности:

на основе анализа горючей нагрузки защищаемого помещения и выбирают расчетную схему развития возможного пожара и определяют класс пожара по темпу изменения его тепловой мощности;

определяют предельно допустимую тепловую мощность очага пожара, в момент достижения которой должно быть обеспечено срабатывание пожарных извещателей и выполнение возложенной на АУПС задачи;

используя данные по темпу развития пожара и предельно допустимой к моменту обнаружения пожара тепловой мощности очага горения, полученные при проведении расчетов для заданной высоты помещения и технических характеристик, пожарных извещателей определяют максимально допустимые расстояния между ними, при которых будет обеспечено своевременное обнаружение пожара, когда его тепловая мощность достигнет предельно допустимого значения.

Определение максимально допустимых расстояний между пожарными извещателями.

1. Максимально допустимые расстояния между точечными тепловыми пожарными извещателями максимального действия определяются в зависимости от следующих параметров

- предельно допустимой тепловой мощности очага пожара  $Q_{пд}$ ;
- темпа развития пожара;
- высоты помещения;
- температуры срабатывания извещателя  $T_{ср}$ ;
- температуры воздуха в помещении  $T_0$ ;
- индекса инерционности извещателя  $RTI$ .

2. Максимально допустимые расстояния между точечными тепловыми пожарными извещателями дифференциального действия определяют в зависимости от следующих параметров:

- предельно допустимой тепловой мощности очага пожара  $Q_{пд}$ ;
- темпа развития пожара;
- высоты помещения;

индекса инерционности извещателя RTI.

3. Индекс инерционности RTI (м. с) 0,5, является мерой чувствительности теплового пожарного извещателя к динамическому нагреву. Индекс инерционности определяют путем проведения испытаний тепловых извещателей на тепловое воздействие потока воздуха с заданными значениями температуры и скорости. Для тепловых извещателей ИП 105-3/1 и ИП 104-1 значения RTI могут быть приняты равными 16,9 и 18,7 (м. с) 0,5 соответственно.

При проведении расчетов приняты следующие основные допущения:

возникновение пожара совпадает по времени с началом пламенного горения;

тепловая мощность при горении штабелей из твердых горючих материалов изменяется пропорционально квадрату времени с момента возникновения горения;

расчетные эмпирические зависимости, полученные для случаев горения штабелей, справедливы для случаев кругового распространения пламени по горизонтально расположенному горючему материалу;

при проведении расчетов используется полная тепловая мощность очага горения, а не ее конвективная составляющая;

влияние рециркуляции газового потока и припотолочного слоя нагретых продуктов горения на параметры радиальной струи не учитывается;

начальная температурная стратификация воздуха в помещении не учитывается;

локальная скорость газа в радиальной струе связана заданным соотношением с избыточной локальной температурой независимо от темпа и времени развития пожара;

очаг пожара находится на полу помещения;

потолок помещения представляет собой плоскую горизонтальную поверхность без выступов;

чувствительный элемент пожарных извещателей находится на расстоянии 0,12 м от потолка помещения;

чувствительный элемент тепловых пожарных извещателей рассматривается в виде точки с заданной массой и удельной теплоемкостью, температура которой однородна по объему.

#### **4. Размещение пожарных извещателей**

Количество автоматических пожарных извещателей определяется необходимостью обнаружения загораний по всей контролируемой площади помещений (зон), а для извещателей пламени - и оборудования. В каждом защищаемом помещении следует устанавливать не менее двух пожарных извещателей.

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

- площадь помещения не больше площади, защищаемой пожарным извещателем, указанной в технической документации на него, и не больше средней площади, указанной в таблицах 5, 8
- обеспечивается автоматический контроль работоспособности пожарного

извещателя, подтверждающий выполнение им своих функций с выдачей извещения о неисправности на приемно-контрольный прибор

- обеспечивается идентификация неисправного извещателя приемно-контрольным прибором
- по сигналу с пожарного извещателя не формируется сигнал на запуск аппаратуры управления, производящей включение автоматических установок пожаротушения или дымоудаления или систем оповещения о пожаре 5-го типа по НПБ 104.

Точечные пожарные извещатели, кроме извещателей пламени, следует устанавливать, как правило, под перекрытием. При невозможности установки извещателей непосредственно под перекрытием допускается их установка на стенах, колоннах и других несущих строительных конструкциях, а также крепление на тросах. При установке точечных пожарных извещателей под перекрытием их следует размещать на расстоянии от стен не менее 0,1 м. При установке точечных пожарных извещателей на стенах, специальной арматуре или креплении на тросах их следует размещать на расстоянии не менее 0,1 м от стен и на расстоянии от 0,1 до 0,3 м от перекрытия, включая габариты извещателя. При подвеске извещателей на тросе должны быть обеспечены их устойчивые положение и ориентация в пространстве.

Размещение точечных тепловых и дымовых пожарных извещателей следует производить с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной или вытяжной вентиляцией, при этом расстояние от извещателя до вентиляционного отверстия должно быть не менее 1 м. Точечные дымовые и тепловые пожарные извещатели следует устанавливать в каждом отсеке потолка шириной 0,75 м и более, ограниченном строительными конструкциями (балками, прогонами, ребрами плит и т. п.), выступающими от потолка на расстояние более 0,4 м. Если строительные конструкции выступают от потолка на расстояние более 0,4 м, а образуемые ими отсеки по ширине меньше 0,75 м, контролируемая пожарными извещателями площадь, указанная в таблицах 5, 8, уменьшается на 40 %. При наличии на потолке выступающих частей от 0,08 до 0,4 м контролируемая пожарными извещателями площадь, указанная в таблицах 5, 8, уменьшается на 25 %. При наличии в контролируемом помещении коробов, технологических площадок шириной 0,75 м и более, имеющих сплошную конструкцию, отстоящую по нижней отметке от потолка на расстоянии более 0,4 м и не менее 1,3 м от плоскости пола, под ними необходимо дополнительно устанавливать пожарные извещатели.

Точечные дымовые и тепловые пожарные извещатели следует устанавливать в каждом отсеке помещения, образованном штабелями материалов, стеллажами, оборудованием и строительными конструкциями, верхние края которых отстоят от потолка на 0,6 м и менее.

При установке точечных дымовых пожарных извещателей в помещениях шириной менее 3 м или под фальшполом или над фальшпотолком и в других пространствах высотой менее 1,7 м расстояние между извещателями, указанные в таблице 5, допускается увеличивать в 1,5 раза.

Пожарные извещатели, установленные под фальшполом, над фальшпотолком, должны быть адресными, либо подключены к самостоятельным шлейфам пожарной сигнализации и должна быть обеспечена возможность определения их места расположения. Конструкция перекрытий фальшпола и фальшпотолка должна обеспечивать доступ к пожарным извещателям для их обслуживания.

Установку пожарных извещателей следует производить в соответствии с требованиями технической документации на данный извещатель. В местах, где имеется опасность механического повреждения извещателя, должна быть предусмотрена защитная конструкция, не нарушающая его работоспособности и эффективности обнаружения загорания. В случае установки в одной зоне контроля разнотипных пожарных извещателей, их размещение производится в соответствии с требованиями настоящих норм на каждый тип извещателя.

#### **Точечные дымовые пожарные извещатели**

Площадь, контролируемая одним точечным дымовым пожарным извещателем, а также максимальное расстояние между извещателями, извещателем и стеной, необходимо определять по таблице 5, но не превышая величин, указанных в технических условиях и паспортах на извещатели.

Таблица 5

Высота защищаемого помещения, м	Средняя площадь, контролируемая одним извещателем, м <sup>2</sup>	Максимальное расстояние, м	
		между извещателями	от извещателя до стены
До 3,5	До 85	9,0	4,5
Св. 3,5 до 6,0	До 70	8,5	4,0
Св. 6,0 до 10,0	До 65	8,0	4,0
Св. 10,5 до 12,0	До 55	7,5	3,5

#### **Линейные дымовые пожарные извещатели**

Излучатель и приемник линейного дымового пожарного извещателя следует устанавливать на стенах, перегородках, колоннах и других конструкциях таким образом, чтобы их оптическая ось проходила на расстоянии не менее 0,1 м от уровня перекрытия.

Излучатель и приемник линейного дымового пожарного извещателя следует размещать на строительных конструкциях помещения таким образом, чтобы в зону обнаружения пожарного извещателя не попадали различные объекты при его эксплуатации. Расстояние между излучателем и приемником определяется технической характеристикой пожарного извещателя.

При контроле защищаемой зоны двумя и более линейными дымовыми

пожарными извещателями, максимальное расстояние между их параллельными оптическими осями, оптической осью и стеной в зависимости от высоты установки блоков пожарных извещателей следует определять по таблице 6.

Таблица 6 Расстояние между извещателями

Высота установки извещателя, м	Максимальное расстояние между оптическими осями извещателей, м	Максимальное расстояние от оптической оси извещателя до стены, м
До 3,5	9,0	4,5
Св. 3,5 до 6,0	8,5	4,0
Св. 6,0 до 10,0	8,0	4,0
Св. 10, 0 до 12,0	7,5	3,5

В помещениях высотой свыше 12 и до 18 м извещатели следует, как правило, устанавливать в два яруса, в соответствии с таблицей 7, при этом:

первый ярус извещателей следует располагать на расстоянии 1,5–2 м от верхнего уровня пожарной нагрузки, но не менее 4 м от плоскости пола;

второй ярус извещателей следует располагать на расстоянии не более 0,4 м от уровня перекрытия.

Извещатели следует устанавливать таким образом, чтобы минимальное расстояние от его оптической оси до стен и окружающих предметов было не менее 0,5 м.

Кроме того, минимальное расстояние между их оптическими осями, от оптических осей до стен и окружающих предметов, во избежание взаимных помех, должно быть установлено в соответствии с требованиями технической документации.

Таблица 7 Расстояние в зависимости от высоты помещения

Высота защищаемого помещения, м	ярус	Высота установки извещателя, м	Максимальное расстояние, м	
			между оптическими осями ЛДПИ	от оптической оси ЛДПИ до стены
Св. 12,0 до 18,0		1,5-2 от уровня пожарной нагрузки, не менее 4 от плоскости пола	7,5	3,5
		Не более 0,4	7,5	3,5

		от покрытия		
--	--	-------------	--	--

### **Точечные тепловые пожарные извещатели**

Площадь, контролируемая одним точечным тепловым пожарным извещателем, а также максимальное расстояние между извещателями, извещателем и стеной, за исключением случаев, оговоренных в п. 12.20, необходимо определять по таблице 8, но не превышая величин, указанных в технических условиях и паспортах на извещатели.

Таблица 8 Контролируемая площадь в зависимости от расстояния между извещателями

Высота защищаемого помещения, м	Средняя площадь, контролируемая одним извещателем, м <sup>2</sup>	Максимальное расстояние, м	
		между извещателями	от извещателя до стены
До 3,5	До 25	5,0	2,5
Св. 3,5 до 6,0	До 20	4,5	2,0
Св. 6,0 до 9,0	До 15	4,0	2,0

Тепловые пожарные извещатели следует располагать с учетом исключения влияния на них тепловых воздействий, не связанных с пожаром.

### **Линейные тепловые пожарные извещатели**

Линейные тепловые пожарные извещатели (термокабель) следует, как правило, прокладывать в непосредственном контакте с пожарной нагрузкой.

Линейные тепловые пожарные извещатели допускается устанавливать под перекрытием над пожарной нагрузкой в соответствии с таблицей 8, при этом значения величин, указанные в таблице, не должны превышать соответствующих значений величин, указанных в технической документации изготовителя.

Расстояние от извещателя до перекрытия должно быть не менее 15 мм.

При стеллажном хранении материалов допускается прокладывать извещатели по верху ярусов и стеллажей.

### **Извещатели пламени**

Пожарные извещатели пламени должны устанавливаться на перекрытиях, стенах и других строительных конструкциях зданий и сооружений, а также на технологическом оборудовании.

Размещение извещателей пламени необходимо производить с учетом исключения возможных воздействий оптических помех.

Каждая точка защищаемой поверхности должна контролироваться не менее чем двумя извещателями пламени, а расположение извещателей должно обеспечивать контроль защищаемой поверхности, как правило, с противоположных направлений.

Контролируемую извещателем пламени площадь помещения или оборуду-

дования следует определять, исходя из значения угла обзора извещателя и в соответствии с его классом по НПБ 72-98 (максимальной дальностью обнаружения пламени горючего материала), указанным в технической документации.

### **Ручные пожарные извещатели**

Ручные пожарные извещатели следует устанавливать на стенах и конструкциях на высоте 1,5 м от уровня земли или пола.

Ручные пожарные извещатели следует устанавливать в местах, удалённых от электромагнитов, постоянных магнитов и других устройств, воздействие которых может вызвать самопроизвольное срабатывание ручного пожарного извещателя (требование распространяется на ручные пожарные извещатели, срабатывание которых происходит при переключении магнитоуправляемого контакта), на расстоянии:

не более 50 м друг от друга внутри зданий;

не более 150 м друг от друга вне зданий;

не менее 0,75 м от других органов управления и предметов, препятствующих свободному доступу к извещателю.

Освещенность в месте установки ручного пожарного извещателя должна быть не менее 50 лк.

### **Газовые пожарные извещатели**

Газовые пожарные извещатели следует устанавливать в помещениях на потолке, стенах и других строительных конструкциях зданий и сооружений в соответствии с инструкцией по эксплуатации этих извещателей и рекомендациями специализированных организаций.

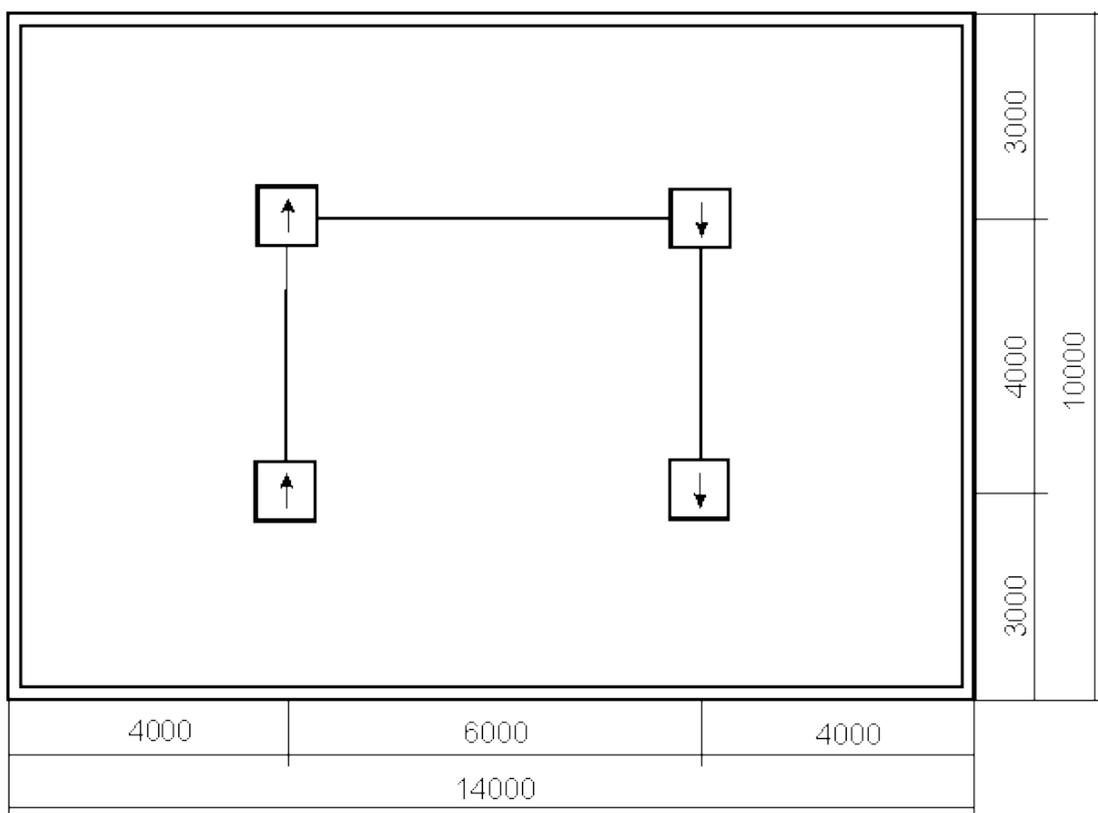
### **Расчет количества АПИ и выбор сѐмы размещения**

Исходя из выше изложенных требований и принцип равномерности рассчитываем необходимое количество пожарных извещателей по формуле:

$$N_{\text{из}} = \frac{F}{F_0} = \frac{140}{70} = 2\text{ПИ},$$

где  $F$  — площадь пола защищаемой поверхности ( $140 \text{ м}^2$ ),  $F_0$  — нормативная площадь, контролируемая одним ПИ ( $70 \text{ м}^2$ ).

По тактическим соображениям принимаем 4 пожарных извещателя. (схему размещения извещателей смотри на рис. ????) Для приема и отображения сигналов от автоматических пожарных извещателей (в частности типа ДИП-3) используется концентратор ППС-3. Он предназначен для защиты промышленных объектов и др. При этом электрическое питание активных пожарных извещателей осуществляется от источника питания непосредственно по шлейфам пожарной сигнализации. Концентратор обеспечивает отображение всей поступающей информации о состоянии пожарных извещателей или неисправностей в сигнальных цепях на пульт центрального оповещения, а также формирование адресных сигналов-команд на пуск установок автоматического пожаротушения.



*Рис. 1. Схема размещения пожарных извещателей*

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с основными понятиями.
3. Построить схему размещения извещателей используя алгоритм построения.
4. Подготовить отчет.
5. Ответить на контрольные вопросы

### **Варианты задания:**

#### **Контрольные вопросы:**

1. Методика выбора вида пожарного извещателя.
2. Методика расчета количества пожарных извещателей.
3. Методика определения максимально допустимого расстояния между извещателями

## Практическая работа №3

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОГО ВРЕМЕНИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА

**Цель работы:** Освоить методику расчета времени допустимого развития пожара.

#### Основные понятия

Так как в случае пожара в заданных по условию помещениях будет иметь место горение твердых горючих материалов (древесины), то предельно допустимое время развития пожара ( $\tau_{п.д.}$ ) будет определяться наименьшей из следующих величин:

- Время охвата пожаром всей площади помещения;
- Время достижения среднеобъемной температуры в помещении значения температуры самовоспламенения находящихся в нем материалов (для древесины  $399^{\circ}\text{C}$ ).

#### Расчет времени охвата пожаром всей площади помещения.

До проведения расчетов сделаем допущение, что пожарная нагрузка в помещении распределена равномерно по всей площади пола и распространение фонта пламени при пожаре происходит непрерывно.

Моделирование развития пожара позволяет определить критическое время свободного развития пожара  $t_{кр}$ , которое связывают с предельно-допустимым временем развития пожара. При горении твердых сгораемых материалов  $t_{кр}$  определяется либо временем охвата пожаром всей площади помещения, либо, если это произойдет раньше, временем достижения среднеобъемной температуры в помещении значения температуры самовоспламенения находящихся в нем материалов, которая для данного случая равна  $350^{\circ}\text{C}$  (справочник Баратова).

Вид и тип АППЗ можно устанавливать, придерживаясь условного правила, если  $t_{кр} \geq 10$  минут, то для защиты объекта можно ограничиться внедрением АПС. Когда  $t_{кр} < 10$  минут, то рекомендуется автоматическое тушение.

Как видим, моделирование развития пожара заключается в построении двух функций  $F_{п} = f(t)$  и  $t = f(F_{п})$ . Где  $F_{п}$  — площадь пожара,  $\text{м}^2$ ;  $t$  — среднеобъемная температура,  $t$  — текущее время на отрезке не менее 600 секунд (10 минут).

Динамика пожара всегда связана с местом его возникновения, распределением пожарной нагрузки и газообменом. Следует признать, что на начальной стадии (до вскрытия остекления при температурах  $300^{\circ}\text{C}$ ) наиболее опасным будет центральный пожар по равномерно распределенной пожарной нагрузке. Отметим также, что для простоты курсового проектирования пожарную нагрузку защищаемого объекта принимаем однородной, а распространение огня по конструкциям здания отсутствует. Размещение и габариты технологиче-

ского оборудования не сообщаются. Но в тоже время это не дает основания для проектирования световых и ультразвуковых ПИ.

Площадь наиболее опасного центрального пожара  $F_{\text{п}}$  по однородной равномерно распределенной пожарной нагрузке, пока он имеет круговую форму, может быть рассчитан по выражению:  $F_{\text{п}} = \rho \cdot l_t^2$ , где  $l_t$  — путь, пройденный фронтом огня из точки воспламенения, м.  $l_t = 0,5V_{\text{л}}t + V_{\text{л}}(t^* - 10)$  для твердых сгораемых материалов и  $l_t = V_{\text{л}}t$  при горении жидкостей.  $t$  и  $t^*$  — текущее время.  $t = 1, 2, 3, 5, 7, 10$  минут.

Слагаемое, содержащее  $t^*$ , учитывается, когда текущее время расчета  $F_{\text{п}}$  должно быть принято более 10 минут.

По результатам данного расчета следует построить график зависимости площади пожара от времени:  $F_{\text{п}} = f(t)$  (рис. 1) и определить  $t_{\text{кр}}$ .

$$l_t = 0,5V_{\text{л}}t \quad F_{\text{п}} = \rho \cdot l_t^2$$

$$\text{При } t = 1 \text{ мин } l_t = 0,5 \cdot 0,018 \cdot 1 \cdot 60 = 0,54 \text{ м; } F_{\text{п}} = 3,14 \cdot 0,54^2 = 0,915 \text{ м}^2$$

$$\text{При } t = 2 \text{ мин } l_t = 0,5 \cdot 0,018 \cdot 2 \cdot 60 = 1,08 \text{ м; } F_{\text{п}} = 3,14 \cdot 1,08^2 = 3,66 \text{ м}^2$$

$$\text{При } t = 3 \text{ мин } l_t = 0,5 \cdot 0,018 \cdot 3 \cdot 60 = 1,62 \text{ м; } F_{\text{п}} = 3,14 \cdot 1,62^2 = 8,24 \text{ м}^2$$

$$\text{При } t = 5 \text{ мин } l_t = 0,5 \cdot 0,018 \cdot 5 \cdot 60 = 2,7 \text{ м; } F_{\text{п}} = 3,14 \cdot 2,7^2 = 22,89 \text{ м}^2$$

$$\text{При } t = 7 \text{ мин } l_t = 0,5 \cdot 0,018 \cdot 7 \cdot 60 = 3,78 \text{ м; } F_{\text{п}} = 3,14 \cdot 3,78^2 = 44,8 \text{ м}^2$$

$$\text{При } t = 10 \text{ мин } l_t = 0,5 \cdot 0,018 \cdot 10 \cdot 60 = 5,4 \text{ м; } F_{\text{п}} = 3,14 \cdot 5,4^2 = 91,56 \text{ м}^2$$

По полученным данным строим график зависимости площади пожара  $F_{\text{п}}$  времени от  $t$ :

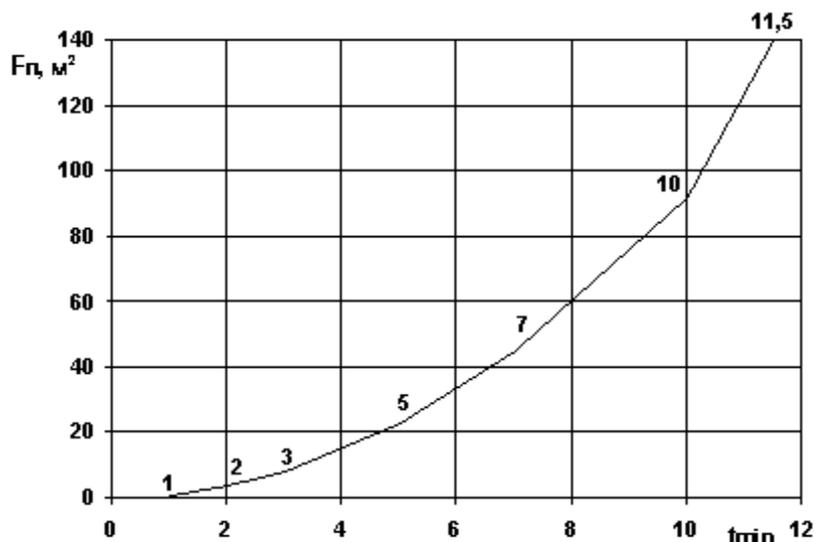


Рис. 1. Зависимость площади пожара  $F_{\text{п}}$  времени от  $t$

$F_{\text{п}} = f(t)$ ;  $F_{\text{п.кр.}} = 140 \text{ м}^2$  — площадь защищаемого помещения,  $t_{\text{кр}}$  — критическое время развития пожара (11,5 мин).

Более сложным является моделирование температуры в помещении пожара. Однако  $t_{\text{кр}}$  по температурным проявлениям внутренних пожаров может быть найдено достаточно надежно, если использовать, не учитывающее потерь, известное приближение для расчета среднеобъемной температуры  $t$ :

$$t = t_0 + 3,85 \sqrt{q}, \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ где } t_0 \text{ — начальная температура в помещении, } ^\circ\text{C}; q \text{ — тепло-}$$

производительность пожара на единицу площади ограждающих конструкций

помещения:  $q = \frac{\eta \cdot V_M \cdot Q^x \cdot F_{\pi}}{F}, \text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ .  $[\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{м}^{-2}] = [\text{Дж} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}] = [\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}]$   $F = 2ab + 2ah + 2bh$  — площадь ограждающих конструкций,  $\text{м}^2$ ;  $a$  — длина,  $b$  — ширина,  $h$  — высота помещения. В данном случае площадь ограждающих конструкций на ходим по формуле:  $F = 2 \cdot 14 \cdot 10 + 2 \cdot 14 \cdot 6 + 2 \cdot 10 \cdot 6 = 280 + 168 + 120 = 568 \text{ м}^2$ .

Для построения графика  $t = t_0 + \frac{1}{2}(t)$  (рис. 2) необходимо получить пять-семь расчетных значений  $t$  в интервале времени до 10 минут пожара.  $t_{\text{кр}}$  определяем по данному графику относительно предельно допустимой температуры, превышение которой приведет к резкому разрастанию пожара по площади и объему.

$$q = \frac{\eta \cdot V_M \cdot Q^x \cdot F_{\pi}}{F} \quad t = t_0 + 3,85 \sqrt{q}$$

При  $t = 1$  мин  $q = \frac{0,95 \cdot 0,012 \cdot 33,5 \cdot 10^6 \cdot 0,915}{568} = 615,2 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ .  $t = 20 + 3,85 \sqrt{615,2} = 115,4^{\circ}\text{C}$  При

$t = 2$  мин:  $q = 2460,9 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ ;  $t = 210,9^{\circ}\text{C}$

При  $t = 3$  мин:  $q = 5540,2 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ ;  $t = 306,6^{\circ}\text{C}$

При  $t = 5$  мин:  $q = 15390 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ ;  $t = 498,1^{\circ}\text{C}$

При  $t = 7$  мин:  $q = 30121 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ ;  $t = 688,2^{\circ}\text{C}$

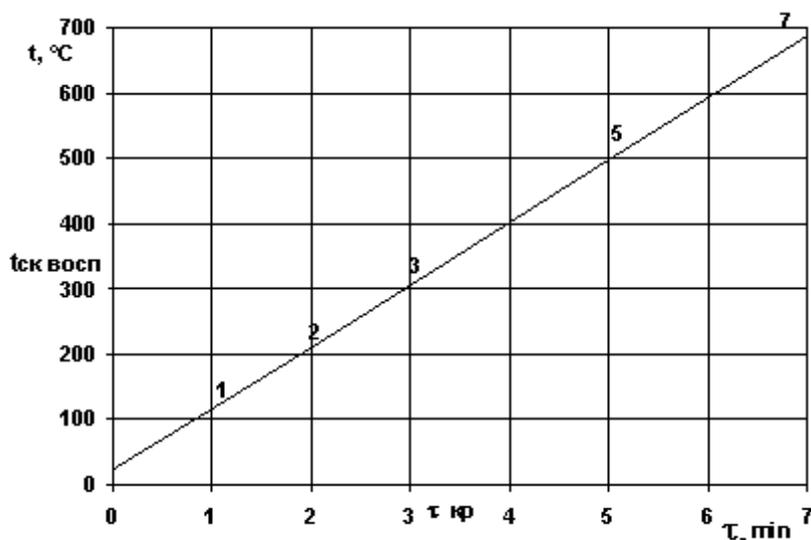


Рис. 2. Зависимость температуры от времени развития пожара

$t = t_0 + \frac{1}{2}(t)$ .  $t_{\text{с воспл}}$  — температура самовоспламенения вещества пожарной нагрузки на объекте.  $t_{\text{кр}}$  — критическое время свободного развития пожара по его тепловым проявлениям.

На основании рассмотренных графических моделей  $F = \frac{1}{2}(t)$  и  $t_0 = 1t + \frac{1}{2}(t)$  в качестве более реального  $t_{\text{кр}}$  свободного развития пожара выбирается меньшее из двух его найденных значений, т.е. в нашем случае — второй, когда критическое время развития пожара  $t_{\text{кр}}$  составляет между 3 и 4 минутой, ( $t_{\text{кр}} = 3,5$  мин.)

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание преподавателя и необходимые исходные данные для расчета. Недостающие исходные данные принять самостоятельно.
2. Познакомиться с основными понятиями, порядком расчета площади пожара.
3. Выполнить расчет.
4. Привести схему развития пожара.
5. Оформить отчет.
6. Ответить на контрольные вопросы.

### **Варианты задания:**

#### **Контрольные вопросы:**

### **Практическая работа №4**

#### **ВЫБОР ТИПА УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ.**

**Цель работы:** Освоить методы выбора типа, вида АУП, обосновать выбор огнетушащего вещества, предложить схему размещения

#### **Основные понятия**

Благодаря высокой эффективности, надёжности, простоте в управлении и долговечности, установки пожаротушения позволяют быстро и грамотно устранить любое возгорание. Качественное пожаротушение будет выполнено только тогда, когда в здании будет установлено специальное противопожарное оборудование, выполняющее все свои функции оперативно и своевременно.

Существует множество систем пожаротушения, каждая из которых имеет свои особенности. Основными факторами, которые влияют на выбор системы, являются эффективность действия на огонь, безопасность для здоровья, минимальный ущерб при тушении наносимый мебели, отделке и технике. Каждая система имеет особый вид огнетушащего вещества: порошок, газ, пена, аэрозоль и вода.

Выбор вида огнетушащего вещества. При выборе огнетушащего вещества в первую очередь следует обращать внимание на совместимость его физико-химических свойств со свойствами веществ и материалов, подлежащих тушению и эффективность тушения ими.

Согласно справочника «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства тушения» под редакцией А.Н. Баратова, для тушения возможно применение следующих веществ:

- пена;

- газ;
- вода;
- порошок.

Исходя из анализа пожарной опасности процесса хранения, микроклимата помещения, эффективности огнетушащих веществ, экономических соображений принять вид тушения.

Выбор метода тушения и побудительной системы.

Выбор метода тушения и побудительной системы производится с учетом допустимого времени развития пожара, принятого огнетушащего средства, микроклимата и архитектурно-планировочных решений защищаемого помещения. Решающее влияние на выбор метода тушения и побудительной системы оказывает предельно допустимое время развития пожара в момент достижения наиболее опасных факторов пожара и их критических значений.

Автоматические установки пожаротушения (далее — установки или АУП) следует проектировать с учетом общероссийских, региональных и ведомственных нормативных документов, действующих в этой области, а также строительных особенностей защищаемых зданий, помещений и сооружений, возможности и условий применения огнетушащих веществ исходя из характера технологического процесса производства.

Установки предназначены для тушения пожаров классов А и В по ГОСТ 27331; допускается проектирование АУП для тушения пожаров класса С по ГОСТ 27331, если при этом исключается образование взрывоопасной атмосферы.

Автоматические установки (за исключением автономных) должны выполнять одновременно и функцию пожарной сигнализации.

Тип установки пожаротушения, способ тушения, вид огнетушащего вещества определяются организацией-проектировщиком с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов, а также особенностей защищаемого оборудования.

При устройстве установок пожаротушения в зданиях и сооружениях с наличием в них отдельных помещений, где в соответствии с нормативными документами требуется только пожарная сигнализация, вместо нее с учетом технико-экономического обоснования допускается предусматривать защиту этих помещений установками пожаротушения, принимая во внимание приложение А. В этом случае интенсивность подачи огнетушащего вещества следует принимать нормативной, а расход не должен быть диктующим.

При срабатывании установки пожаротушения должна быть предусмотрена подача сигнала на управление (отключение) технологическим оборудованием в защищаемом помещении в соответствии с технологическим регламентом или требованиями настоящего свода правил (при необходимости до подачи огнетушащего вещества).

Способ тушения выбирается, исходя из предельно допустимого времени развития пожара и достижимого быстродействия подачи огнетушащего вещества в

нужные зоны помещения. Время включения АУП - вклАУП должно быть существенно меньше критического времени свободного развития пожара -  $t_{кр}$ :

$$\text{вклАУП} = t_{пор} + t_{ипи} + t_{у.у.} + t_{тр} < t_{кр}$$

$$\text{вклАУП} = 75,5 + 5 + 0,4 + 18,3 < t_{кр}$$

$$\text{вклАУП} = 99,23 < 210 = t_{кр}$$

где  $t_{ипи}$  - инерционность пожарного извещателя,

$t_{у.у.}$  - продолжительность срабатывания узла управления (пускового блока)

АУП, с, (Бубырь Н.Ф., и др. Производственная и пожарная автоматика. Часть 2.- М.:Стройиздат,1985. табл.18.11);

$t_{тр}$  - время транспортирования огнетушащего вещества по трубам:

$t_{тр} = l/V$ . Здесь  $l$  - длина подводящих и питательных трубопроводов, м;  $V$  - скорость движения огнетушащего вещества, м\*с-1 (целесообразно взять  $V = 3$  м\*с-1).

Способ тушения пожара в технологическом процессе выбирается из методов тушения: объемный, локальный, общеобъемный или общеплощадной, для тушения применяется горючее вещество определяемое по справочнику А.Н. Баратова.

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с методиками анализа выбора АУП.
3. Выполнить расчет площади тушения пожара.
4. Рассчитать эффективность использования вида огнетушащего состава АУП для конкретного объекта по заданию преподавателя.
5. Подготовить отчет.
6. Ответить на контрольные вопросы.

### **Варианты задания:**

#### **Контрольные вопросы:**

## Практическая работа №5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПС

**Цель работы:** Выбрать вид, тип извещателей, ПКУ, ПКП и СПИ. Определить способ подключения к электропитанию

### Основные понятия

Извещатели пламени применяются для защиты зон, где извещатели тепла или дыма не в состоянии выполнить задачу защиты за заданное время, определяемое его инерционностью.

Инерционность извещателей пламени, в основном, связана со способом обработки сигнала, создаваемого фотоприемником. Способ обработки сигнала связан, в свою очередь, с выбранным информационным признаком пожара. В качестве информационных признаков пожара, как правило, принимают:

**Проектирование пожарной сигнализации** осуществляется индивидуально для каждого объекта, но на основе требований НПБ (нормы пожарной безопасности), с учетом требований ПУЭ (правила установки электрооборудования) и ГОСТов. Поэтому составление проекта пожарной сигнализации занимает некоторое время и реализуется в несколько этапов.

Проектирование пожарной сигнализации начинается с изучения объекта. Профессиональный инженер выезжает на осмотр объекта, оценивает размеры, планировку, особенности конструкций и т.д., чтобы определить объем работ и необходимое оборудование. Перед началом проектирования пожарной сигнализации необходимо определить участки помещения или здания, наиболее подверженные риску возгорания, наиболее опасные зоны. На эти зоны необходимо будет обратить особое внимание и учесть их при составлении проекта пожарной сигнализации. Далее можно начинать составлять проект пожарной сигнализации и готовить документацию, необходимую для удостоверения соблюдения пожарных норм на данном объекте.

Сам проект пожарной сигнализации представляет собой схему системы, состоящую из приборов обнаружения (датчиков, или извещателей), приборов оповещения (звуковая сирена, транслятор речевых сообщений), оборудование автоматического пожаротушения (такие приборы еще называют спринкерными системами), оборудование приема и обработки информации (контрольная панель, контрольно-приемные приборы).

Главным из основных этапов по созданию решения по пожарной безопасности является проектирование пожарной сигнализации объекта. Для разработки проекта необходимы исходные данные где указывается:

- площадь объекта, стадия строительства, этажность, схема архитектурно-планировочных решений;
- тип сигнализации, проводная или беспроводная пожарная сигнализация;
- состав подсистем противопожарной безопасности, с учетом действующего законодательства;

- требования к системам противопожарной безопасности.

Используя проект пожарной сигнализации, нужно определить тип пожарной сигнализации, системы оповещения, средств противодымной защиты, системы оповещения и управления эвакуацией, всё это проводится с учётом функционального назначения и особенностей конструкции объекта. Необходимо понимать, что проектирование может оформляться в виде рабочего проекта, если речь идёт о вновь строящихся или реконструируемых зданиях и актом обследования объекта если речь идёт о небольших объектах от 100 до 300 м. кв. требующих сдачу в эксплуатацию.

**Исходя из площади объекта, проектирование пожарной сигнализации выполняется с использованием следующих типов пожарной сигнализации:**

- для небольших объектов до 100 м кв. (офисы, магазины, кафе и т.д.) как правило, используется пороговая пожарная сигнализация, ввиду небольшой стоимости и достаточности для ввода объекта в эксплуатацию;
- для средних объектов от 100 до 1000 м кв. (офисы, магазины, склады, небольшие производства и т.д.) – оправдано использование адресной пожарной сигнализации, так как нет необходимости в прокладке большого количества кабельных трасс и имеется возможность точной локализации очага возгорания;
- для объектов более 1000 м кв. (торговые комплексы, бизнес центры, административные здания различного назначения, промышленные объекты и т.д.) – необходимо использовать адресно-аналоговую пожарную сигнализацию, интегрированную с общим комплексом контроля инженерных сетей. Кроме того, использование пожарной сигнализации данного типа позволит обеспечить противопожарную безопасность помещений и сооружений различного назначения.

Выполняя проектирование пожарной сигнализации функционирующих зданий и помещений, после первоначального обсуждения с заказчиком конфигурации и состава подсистем противопожарной безопасности, необходимо провести обследование места установки системы.

**На этапе обследования обычно уточняется следующая информация:**

- площадь, назначение и состав объекта;
- определение типов системы пожарной сигнализации и системы оповещения о пожаре;
- размещение поста пожарной охраны, площадь помещений и физическое пространство, места установки приемно-контрольного и исполнительного оборудования;
- порядок обеспечения электропитания, тип и мощность;
- наличие эвакуационного выхода;
- архитектурно-планировочные особенности помещений объекта (наличие подвесного потолка, ширина коридоров (проходов) на путях эвакуации и т.д.)

**Монтаж и проектирование пожарной сигнализации должны проводиться в соответствии с требованиями норм и правил противопожарной безопасности:**

- НПБ 88-2001 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования»;
- ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»,
- Свода правил 5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования".
- РД 78.145-93 «Системы и комплексы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Правила производства и приемки работ».

**Проектирование включает в себя следующие этапы выполнения работ:**

1. Анализ пожарной опасности защищаемого объекта.
2. Моделирование развития возможного пожара
3. Оценка эффективности выбранных средств АППЗ.
4. Схема обнаружения пожара
5. Выбор и размещение пожарных извещателей.
6. Техническое обслуживание установок пожарной автоматики.

7. Разработка инструкции по техническому содержанию автоматической установки пенного пожаротушения с электрическим пуском.

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с основными понятиями.
3. Подобрать необходимые средства защиты для выполнения проекта СПС, выполнить проект.
4. Отчет оформить.
5. Ответить на контрольные вопросы.

### **Варианты задания:**

**Контрольные вопросы:**

## Практическая работа №6

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ УСТАНОВОК ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ АДМИНИСТРАТИВНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

**Цель работы:** Произвести оценку эффективности работы установки АППЗ при вероятном возникновении пожара.

#### Основные понятия

Экономическая оценка эффективности затрат на обеспечение пожарной безопасности

Эффективность затрат на обеспечение пожарной безопасности объектов является обязательным условием при технико-экономическом обосновании мероприятий, направленных на повышение пожарной безопасности. Расчеты экономического эффекта могут использоваться при определении цен на научно-техническую продукцию противопожарного назначения, а также для обоснования выбора мероприятий по обеспечению пожарной безопасности при формировании планов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, экономического и социального развития объектов.

Эффективность затрат на обеспечение пожарной безопасности определяется как социальными (оценивает соответствие фактического положения установленному социальному нормативу), так и экономическими (оценивает достигаемый экономический результат) показателями.

Экономический эффект отражает собой превышение стоимостных оценок конечных результатов над совокупными затратами ресурсов (трудовых, материальных, капитальных и др.) за расчетный период. Конечным результатом создания и использования мероприятий по обеспечению пожарной безопасности является значение предотвращенных потерь, которые рассчитывают исходя из вероятности возникновения пожара и возможных экономических потерь от него до и после реализации мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на объекте. Численное значение затрат на мероприятия по обеспечению пожарной безопасности определяется на основе бухгалтерской отчетности объекта защиты.

Затраты на обеспечение пожарной безопасности следует считать эффективными с социальной точки зрения, если они обеспечивают выполнение норматива по исключению воздействия на людей опасных факторов пожара.

Экономический эффект определяется по всему циклу реализации мероприятия по обеспечению пожарной безопасности за расчетный период времени, включающий в себя время проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, освоение и производство элементов систем и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, а также время использования результатов осуществления мероприятия на охраняемом объекте.

За начальный год расчетного периода принимается год начала финансирования работ по осуществлению мероприятия. Началом расчетного периода, как правило, считается первый год выполнения научно-исследовательских и

опытно-конструкторских работ. Конечный год расчетного периода определяется моментом завершения использования результатов осуществления мероприятия. Конечный год использования результатов мероприятия по обеспечению пожарной безопасности определяется разработчиком и согласовывается с основным заказчиком (потребителем). При его установлении целесообразно руководствоваться: плановыми сроками замены элементов систем и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности; сроками службы элементов и систем по обеспечению пожарной безопасности (с учетом морального старения), указанными в документации на них (ГОСТ, ОСТ, ТУ, паспорт и др.); экспертной оценкой при отсутствии нормативов.

При проведении расчетов экономического эффекта разновременные затраты и результаты приводятся к единому моменту времени—расчетному году. В качестве расчетного года принимается год, предшествующий началу использования мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Приведение выполняется умножением значений затрат и результатов предотвращенных потерь соответствующего года на коэффициент дисконтирования ( $\alpha t$ ), вычисляемый по формуле

$$\alpha t = (1 + E)^{t_p - t},$$

где  $E$  — норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений ( $E = E_n = 0,1$ );

$t_p$  — расчетный год;

$t$  — год, затраты и результаты которого приводятся к расчетному году.

В число возможных вариантов реализации мероприятия по обеспечению пожарной безопасности объекта на этапе технико-экономического обоснования отбираются те, которые отвечают ограничениям технического и социального характера. В число рассматриваемых вариантов включаются наилучшие, технико-экономические показатели которых превосходят или соответствуют лучшим мировым и отечественным достижениям. При этом должны учитываться возможности закупки техники за рубежом, организации собственного производства на основе приобретения лицензий, организации совместного производства с зарубежными партнерами. Лучшим признается вариант мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, который имеет наибольшее значение экономического эффекта либо при условии тождества предотвращаемых потерь — затраты на его достижение минимальны.

Если целью осуществления мероприятия по обеспечению пожарной безопасности является не непосредственное предотвращение пожара, а обеспечение достоверной информации об основных характеристиках и параметрах уровня обеспечения пожарной безопасности, контроля за соблюдением правил пожарной безопасности, в случае невозможности определения влияния данного мероприятия на стоимостную оценку предотвращенных потерь, то при сравнении альтернативных вариантов по обеспечению пожарной безопасности лучшим принимается тот, затраты на достижение которого минимальны.

Экономический эффект затрат на обеспечение пожарной безопасности

определяется по результатам эксплуатации за расчетный период. Экономический эффект за расчетный период независимо от направленности мероприятия по обеспечению пожарной безопасности (разработка, производство и использование новых, совершенствование существующих элементов систем и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности) ( $\mathcal{E}_T$ ), руб., рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E}_T = \Pi_{\text{пр}T} - \mathcal{Z}_T$$

или

$$\mathcal{E}_T = \sum_{t=t_H}^{t_K} \Pi_{\text{пр}t} \cdot \alpha_{t,\text{пр}} - \sum_{t=t_H}^{t_K} \mathcal{Z}_t \cdot \alpha_{t,}$$

где  $\mathcal{E}_T$  — экономический эффект реализации мероприятия по обеспечению пожарной безопасности за расчетный период ( $T$ );

$\Pi_{\text{пр}t}, \Pi_{\text{пр}T}$  — стоимостная оценка предотвращенных потерь соответственно за расчетный период ( $T$ ) и в году ( $t$ ) расчетного периода;

$\mathcal{Z}_T, \mathcal{Z}_t$  — стоимостная оценка затрат на реализацию мероприятия по обеспечению пожарной безопасности соответственно за расчетный период ( $T$ ) и в году ( $t$ ) расчетного периода;

$\alpha_{t,}^{\alpha_{t,\text{пр}}}$  — коэффициенты приведения разновременных соответственно затрат и предотвращенных потерь к расчетному году;

$t_H$  — начальный год расчетного периода;

$t_K$  — конечный год расчетного периода;

$t$  — текущий год расчетного периода.

1.7. Затраты на реализацию мероприятия по обеспечению пожарной безопасности за расчетный период ( $\mathcal{Z}_T$ ), руб., рассчитывают по формуле

$$\mathcal{Z}_T = \mathcal{Z}_{\text{н.и.к.р}} + \mathcal{Z}_T^{\text{п}} + \mathcal{Z}_T^{\text{и}}$$

где  $\mathcal{Z}_{\text{н.и.к.р}}$  — затраты на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, руб.;

$\mathcal{Z}_T^{\text{п}}$  — затраты при производстве мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, руб.;

$\mathcal{Z}_T^{\text{и}}$  — затраты при использовании мероприятий по обеспечению пожарной безопасности (без учета затрат на приобретение созданных элементов мероприятий), руб.

Затраты при производстве (использовании) мероприятий по обеспечению пожарной безопасности ( $\mathcal{Z}_T^{\text{п(и)}}$ ), руб., рассчитывают по формуле

$$\mathcal{Z}_T^{\text{п(и)}} = \sum_{t=t_H}^{t_K} \mathcal{Z}_T^{\text{п(и)}} \cdot \alpha_{t,} = \sum_{t=t_H}^{t_K} (I_t + K_t - L_t) \alpha_{t,}$$

где  $\mathcal{Z}_t$  - значение затрат всех ресурсов в году  $t$ ;

$I_t$  - текущие издержки при производстве (использовании) мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в году  $t$ ;

$K_t$  — единовременные затраты при производстве (использовании) меро-

приятый в году  $t$ ;

$L_t$  — остаточная стоимость (ликвидационное сальдо) основных фондов, выбывших в году  $t$ .

При оценке остаточной стоимости фондов могут быть рассмотрены три различных случая:

а) созданные ранее фонды, которые высвобождаются в году за ненадобностью, могут до конца своего срока службы эффективно использоваться где-то в другом месте. В этом случае в качестве  $L_t$  следует учитывать остаточную стоимость фондов;

б) фонды в конце расчетного периода, отслужившие лишь часть своего срока службы и эффективно функционирующие. В этом случае в качестве  $L_t$  следует учитывать остаточную стоимость фондов;

в) фонды, высвобожденные за ненадобностью в году  $t$ , которые нигде более по своему назначению использованы быть не могут. В этом случае в качестве  $L_t$  следует учитывать ликвидационное сальдо.

### Расчет экономических потерь от пожара

Значение предотвращенных потерь ( $\Pi_{\text{пр}}$ ), руб., определяют по формуле

$$\Pi_{\text{пр}} = \Pi_1 - \Pi_2,$$

где  $\Pi_1, \Pi_2$  — экономические потери от одного пожара на охраняемом объекте соответственно до и после реализации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, руб.

Экономические потери ( $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ ) от пожара на объекте за год могут быть определены на основании статистических данных о пожарах и использовании расчетного метода.

При использовании статистических данных экономические потери ( $\Pi_{эj}$ ), руб., от  $j$ -го пожара, вычисляют по формуле

$$\Pi_{эj} = \sum_{j=1}^N (\Pi_{н.бj} + \Pi_{о.рj} + \Pi_{н.вj} + \Pi_{с.эj}),$$

где  $\Pi_{эj}$  — экономические потери от  $j$ -го пожара, руб;

$\Pi_{н.бj}$  — потери части национального богатства от  $j$ -го пожара, руб;

$\Pi_{о.рj}$  — потери в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий  $j$ -го пожара, руб;

$\Pi_{н.вj}$  — потери из-за неиспользования возможностей вследствие  $j$ -го пожара, руб;

$\Pi_{с.эj}$  — социально-экономические потери от  $j$ -го пожара, руб;

$N$  — количество пожаров за год.

Потери части национального богатства состоят из материальных ценностей, уничтоженных или поврежденных в результате воздействия опасных факторов пожара и его вторичных проявлений, а также средств пожаротушения.

Потери части национального богатства от  $j$ -го пожара ( $\Pi_{н.бj}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$\Pi_{н.бj} = \sum_{j=1}^N (\Pi_{п.о.фj}^y + \Pi_{п.о.фj}^п + \Pi_{н.о.фj}^y + \Pi_{н.о.фj}^п + \Pi_{т.м.цj}^{y(п)} + \Pi_{и.мj}^{y(п)} + \Pi_{пр.рj}^y),$$

где  $\Pi_{п.о.фj}^y$  — потери в результате уничтожения  $j$ -м пожаром основных производственных фондов, руб.;

$\Pi_{п.о.фj}^п$  — потери в результате повреждения  $j$ -м пожаром основных производственных фондов, руб.;

$\Pi_{н.о.фj}^y$  — потери в результате уничтожения  $j$ -м пожаром основных непроизводственных фондов, руб.;

$\Pi_{н.о.фj}^п$  — потери в результате повреждения  $j$ -м пожаром основных непроизводственных фондов, руб.;

$\Pi_{т.м.цj}^{y(п)}$  — потери в результате уничтожения (повреждения)  $j$ -м пожаром товарно-материальных ценностей (оборотных фондов, материальных ресурсов текущего потребления) руб.;

$\Pi_{и.мj}^{y(п)}$  — потери в результате уничтожения (повреждения)  $j$ -м пожаром личного имущества населения, руб.;

$\Pi_{пр.рj}^y$  — потери в результате уничтожения  $j$ -м пожаром природных ресурсов, руб.;

2.4. Потери в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий пожара — приведенные затраты на восстановительные работы на объекте, на котором произошел пожар.

Потери в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий  $j$ -го пожара ( $\Pi_{о.рj}$ ), руб. вычисляют по формуле

$$\Pi_{о.рj} = \sum_{j=1}^N (\Pi_{о.рj}^о + \Pi_{о.рj}^п),$$

где  $\Pi_{о.рj}^о$  — потери в результате отвлечения ресурсов на восстановление объекта после  $j$ -го пожара, руб.;

$\Pi_{о.рj}^п$  — потери в результате отвлечения ресурсов на восстановление природных ресурсов, пострадавших от  $j$ -го пожара, руб.;

Потери из-за неиспользования возможностей — часть прибыли, недополученная объектом в результате его простоя и выбытия трудовых ресурсов из производственной деятельности в результате пожара.

Потери из-за неиспользования возможностей вследствие  $j$ -го пожара  $\Pi_{н.вj}$  руб.; вычисляют по формуле

$$\Pi_{н.в.ж} = \sum_{j=1}^N (\Pi_{п.о.ж} + \Pi_{в.т.ж}),$$

где  $\Pi_{п.о.ж}$  — потери от простоя объекта в результате  $j$ -го пожара, руб.;

$\Pi_{в.т.ж}$  — потери при выбытии трудовых ресурсов из производственной деятельности в результате  $j$ -го пожара, руб.

.Социально-экономические потери — затраты на проведение мероприятий вследствие гибели и травмирования людей на пожаре.

Социально-экономические потери от  $j$ -го пожара ( $\Pi_{с.э.ж}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$\Pi_{с.э.ж} = \sum_{j=1}^N (\Pi_{с.э.ж}^T + \Pi_{с.э.ж}^Г),$$

где  $\Pi_{с.э.ж}^T$  — социально-экономические потери от травмирования людей на  $j$ -м пожаре, руб.;

$\Pi_{с.э.ж}^Г$  — социально-экономические потери от гибели людей на  $j$ -м пожаре, руб.

Социально-экономические потери от травмирования людей на  $j$ -м пожаре ( $\Pi_{с.э.ж}^T$ ) вычисляют по формуле

$$\Pi_{с.э.ж}^T = \sum_{j=1}^N (S_{в.ж} + S_{и.п.ж} + S_{кл.ж} + S_{ск.л.ж}),$$

где  $S_{в.ж}$  — выплаты пособий по временной нетрудоспособности травмированным на  $j$ -м пожаре людям, руб.;

$S_{и.п.ж}$  — выплаты пенсий лицам, ставшим инвалидами в результате  $j$ -го пожара, руб.;

$S_{кл.ж}$  — расходы на клиническое лечение лиц, травмированных на  $j$ -м пожаре, руб.;

$S_{ск.л.ж}$  — расходы на санаторно-курортное лечение лиц, травмированных на  $j$ -м пожаре, руб.

Социально-экономические потери при гибели людей в результате  $j$ -го пожара ( $\Pi_{с.э.ж}^Г$ ), руб., вычисляют по формуле

$$\Pi_{с.э.ж}^Г = \sum_{j=1}^N (S_{пог.ж} + S_{п.к.ж}),$$

где  $S_{пог.ж}$  — выплаты пособий на погребение погибших в результате  $j$ -го пожара лиц, руб.;

$S_{п.к.ж}$  — выплаты пенсий по случаю потери кормильца в результате  $j$ -го пожара, руб.

### **Расчет составляющих экономических потерь от пожара**

Потери в результате уничтожения  $j$ -м пожаром основных производствен-

ных фондов ( $\Pi_{\text{п.о.ф}}^y$ ), руб., вычисляют по формуле

$$\Pi_{\text{п.о.ф}}^y = \sum_{i=1}^n [S_{oi} - (S_{\text{м}} + S_{\text{л}})],$$

где  $S_{oi}$  — остаточная стоимость основных фондов  $i$ -го вида, руб.×ед<sup>-1</sup>;

$S_{\text{м}}$  — стоимость материальных ценностей  $i$ -го вида, годных для дальнейшего использования, руб.×ед<sup>-1</sup>;

$S_{\text{л}}$  — ликвидационная стоимость материальных ценностей  $i$ -го вида, руб.×ед<sup>-1</sup>;

$n$  — количество видов основных фондов, ед.

Потери в результате повреждения  $j$ -м пожаром основных производственных фондов ( $\Pi_{\text{п.о.ф}}^{\text{п}}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$\Pi_{\text{п.о.ф}}^{\text{п}} = \sum_{i=1}^n \left[ S_{oi} \cdot \frac{K_3}{100} - (S_{\text{м}} + S_{\text{л}}) \right],$$

где  $g$  — коэффициент, учитывающий повреждение материальных ценностей;

$K_3$  — удельный вес стоимости конструктивных элементов в общей стоимости материальных ценностей, %.

Потери в результате уничтожения и повреждения  $j$ -м пожаром основных непроизводственных фондов вычисляют следующим образом.

Если по основным непроизводственным фондам начисляются амортизационные отчисления, то потери стоимости при их уничтожении вычисляют по формуле (?????????), а при повреждении — по формуле

Если по основным непроизводственным фондам не начисляются амортизационные отчисления, то потери стоимости вычисляют по формулам:

при уничтожении

$$\Pi_{\text{н.о.ф}}^y = \sum_{i=1}^n [S_{\text{м}} - (S_{\text{м}} + S_{\text{л}})],$$

при повреждении

$$\Pi_{\text{н.о.ф}}^{\text{п}} = \sum_{i=1}^n \left[ S_{\text{м}} \cdot \frac{k_3}{100} - (S_{\text{м}} + S_{\text{л}}) \right],$$

где  $S_{\text{м}}$  — первоначальная стоимость основных фондов  $i$ -го вида, руб.×ед<sup>-1</sup>.

2.10. Потери в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (оборотных фондов, материальных ресурсов текущего потребления)  $j$ -м пожаром ( $\Pi_{\text{т.м.ц}}^{y(\text{п})}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$\Pi_{\text{т.м.ц}}^{y(\text{п})} = \sum_{i=1}^n [S_{\text{т.м.ц}i} - (S_{\text{т.м.ц}i}^{\text{н}} + S_{\text{т.м.ц}i}^{\text{оп}} + S_{\text{л}})],$$

где  $S_{\text{т.м.ц}}$  — общая стоимость товарно-материальных ценностей  $i$ -го вида на момент пожара, руб.;

$S_{т.м.ц.i}^н$  — стоимость товарно-материальных ценностей  $i$ -го вида, оставшихся после пожара, руб.;

$S_{т.м.ц.i}^{оп}$  — стоимость поврежденных товарно-материальных ценностей  $i$ -го вида с учетом их обесценивания, руб.;

Потери, связанные с уничтожением (повреждением) личного имущества населения  $j$ -м пожаром, вычисляют следующим образом:

по застрахованному имуществу на основе данных органов государственного страхования по расчетной сумме потерь, исходя из государственных розничных цен, действующих на момент пожара, за вычетом стоимости износа и остатков, годных к дальнейшему использованию;

по незастрахованному имуществу при отсутствии достоверных данных исходя из средних статистических потерь от пожара.

Потери в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий  $j$ -го пожара (на восстановление объекта и природных ресурсов после пожара ( $Π_{о.рj}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$Π_{о.рj} = \sum_{i=1}^m (I_i + E_n K_i),$$

где  $I_i$  —  $i$ -е издержки при восстановительных работах, руб.;

$K_i$  —  $i$ -е единовременные дополнительные вложения, руб.;

$E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$m$  — количество видов затрат на восстановительные работы.

Потери от простоя объекта в результате  $j$ -го пожара ( $Π_{п.оj}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$Π_{п.оj} = \sum_{j=1}^N (Π_{э.п.пj} + Π_{н.п.j}),$$

где  $Π_{э.п.пj}$  — заработная плата и условно-постоянные расходы за время простоя объекта в результате  $j$ -го пожара, руб.;

$Π_{н.пj}$  — прибыль, недополученная за период простоя объекта в результате  $j$ -го пожара, руб.;

Потери при выбытии трудовых ресурсов из производственной деятельности в результате  $j$ -го пожара ( $Π_{в.т.рj}$ ), руб. рассчитывают только для сферы материального производства по формуле

$$Π_{в.т.рj} = \sum_{j=1}^N (Π_{в.т.рj}^т + Π_{в.т.рj}^г),$$

где  $Π_{в.т.рj}^т$  — потери при выбытии трудовых ресурсов из производственной деятельности в результате их травмирования в процессе  $j$ -го пожара, руб.;

$Π_{в.т.рj}^г$  — потери при выбытии трудовых ресурсов из производственной деятельности в результате их гибели на  $j$ -м пожаре, руб.

Потери при выбытии трудовых ресурсов из производственной деятельно-

сти в результате их травмирования в процессе  $j$ -го пожара ( $\Pi_{В.Т.Рj}$ ) вычисляют по формуле

$$\Pi_{В.Т.Рj}^T = \sum_{i=1}^{\sigma} K_{нд} \cdot Z_{дi} \cdot T_{В.Тj},$$

где  $K_{нд}$  — коэффициент, учитывающий потерю части национального дохода;

$Z_{дi}$  — заработная плата  $i$ -го работника, руб.×дни<sup>-1</sup>;

$T_{В.Тj}$  — продолжительность выбытия из производственной деятельности  $i$ -го травмированного, дни;

$\sigma$  — количество травмированных, чел.

Потери при выбытии трудовых ресурсов из производственной деятельности в результате их гибели на  $j$ -м пожаре ( $\Pi_{В.Т.Рj}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$\Pi_{В.Т.Рj}^T = \sum_{i=1}^x H_t T_{р.д},$$

где  $H_t$  — доля национального дохода, недоданная одним работающим, по отраслям народного хозяйства, руб.×дни<sup>-1</sup>;

$T_{р.д}$  — потеря рабочих дней в результате гибели одного работающего;

$x$  — количество погибших, чел.

Социально-экономические потери при травмировании людей под воздействием  $j$ -го пожара включают: выплаты пособий по временной нетрудоспособности (без учета выплаты по инвалидности) пострадавшим на  $j$ -м пожаре ( $S_{Вj}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$S_{Вj} = \sum_{i=1}^{\sigma_{В}} W_{Вi} \cdot T_{Вi},$$

где  $W_{Вi}$  — значение  $i$ -го пособия по временной нетрудоспособности, руб.×дни<sup>-1</sup>;

$T_{Вi}$  — период выплаты  $i$ -го пособия по временной нетрудоспособности, дни;

$\sigma_{В}$  — количество травмированных (без оформления инвалидности), чел.

Выплаты пенсий инвалидам, пострадавшим на  $j$ -м пожаре ( $S_{иj}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$S_{иj} = \sum_{i=1}^{\sigma_{и}} W_{иil} \cdot T_{иil},$$

где  $W_{иil}$  — значение  $i$ -й пенсии инвалидам  $l$ -й группы, руб.×дни<sup>-1</sup>;

$\sigma_{и}$  — количество травмированных, получивших инвалидность, чел.;

$T_{иil}$  — период выплаты  $i$ -й пенсии (пособия) по инвалидности, дни.

Расходы на клиническое лечение пострадавшим на  $j$ -м пожаре ( $S_{клj}$ ), руб., вычисляют по формуле

$$S_{\text{кп},j} = \sum_{i=1}^{\sigma_6} (S_{\text{д}} + S_6 \cdot T_6),$$

где  $S_{\text{д}}$  — средняя стоимость доставки одного пострадавшего в больницу, руб.;

$S_6$  — средние расходы больницы на одного пострадавшего, руб. × дни<sup>-1</sup>;

$T_6$  — период нахождения в больнице  $i$ -го пострадавшего, дни;

$s_6$  — количество травмированных, прошедших клиническое лечение, чел.

Расходы на санаторно-курортное лечение пострадавших на  $j$ -м пожаре ( $S_{\text{с.к.л},j}$ ), руб., вычисляются по формуле

$$S_{\text{с.к.л},j} = \sum_{i=1}^{\sigma_j} (S_{\text{п.с},j} + S_{\text{с},j}),$$

где  $S_{\text{п.с},i}$  — средние расходы на проезд в санаторий  $i$ -го пострадавшего, руб.;

$S_{\text{с},i}$  — средние расходы санатория на  $i$ -го пострадавшего, руб.;

$s_{\text{с}}$  — количество травмированных, прошедших курс лечения в санатории, чел.

Социально-экономические потери при гибели людей в результате  $i$ -го пожара включают: выплаты пособий на погребение погибших на  $i$ -м пожаре ( $S_{\text{пог},j}$ ), руб., вычисляются по формуле

$$S_{\text{пог},j} = \sum_{i=1}^4 W_{\text{пог},il} \cdot x_l,$$

где  $W_{\text{пог},il}$  — значение  $i$ -го пособия на погребение  $l$ -й группы погибших, руб./чел<sup>-1</sup>;

$x_l$  — количество погибших  $l$ -й группы, чел.

Выплаты пенсий по случаю потери кормильца на  $j$ -м пожаре ( $S_{\text{п.к},j}$ ), руб., вычисляются по формуле

$$S_{\text{п.к},j} = \sum_{i=1}^{x_{\text{п.к}}} W_{\text{п.к},il} \cdot T_{\text{п.к},i},$$

где  $W_{\text{п.к},il}$  — значение  $i$ -й пенсии по случаю потери кормильца  $l$ -й группы, руб. × дни<sup>-1</sup>;

$x_{\text{п.к}}$  — количество погибших, имевших кого-либо на иждивении, чел.;

$T_{\text{п.к},i}$  — период выплаты пенсии по случаю потери кормильца  $i$ -й семье погибшего, дни.

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с основными понятиями.
3. На основании типовых требований произвести обследование объекта по заданию преподавателя;
4. Отчет оформить в виде таблицы.
5. Ответить на контрольные вопросы.

## Варианты задания:

### Контрольные вопросы:

## Практическая работа №7

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТАНОВОК ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ.

**Цель работы:** Определить способность автоматических установок пожаротушения выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации, во многом определяется их своевременным техническим обслуживанием и ремонтом

#### Основные понятия

Под эксплуатацией установок пожарной автоматики (УПА) понимают их использование для обнаружения или тушения пожаров, а также их техническое обслуживание и ремонт.

При эксплуатации автоматических установок пожаротушения (АУП), автоматической пожарной сигнализации (АПС) и охранно-пожарной сигнализации (ОПС) проводится комплекс мероприятий, которые обеспечивают:

- технически правильное использование установок (применение оборудования для обнаружения или тушения пожара, использование его в режиме дежурства),
- правильное хранение запасных частей УПА,
- своевременное и качественное техническое обслуживание установок с целью поддержания их в исправности и работоспособном состоянии, а также своевременный и качественный ремонт.

#### Стратегия эксплуатации УПА

Стратегия эксплуатации УПА основана на сложившейся в России и странах СНГ системе планово-предупредительного ремонта и в целом подчинена принципам, заложенным в ППБ 01-03 “Правила пожарной безопасности в РФ”.

В общем понятие “эксплуатация УПА” включает в себя такие этапы, как хранение, транспортирование, использование по назначению, техническое обслуживание и ремонт УПА.

Ответственность за организацию эксплуатации УПА в соответствии с ППБ 01-93 возложена на администрацию объектов, которые защищены средствами пожарной автоматики. Наиболее продолжительным периодом эксплуатации установок является режим дежурства. Работоспособность установок при этом определяется их техническим обслуживанием.

Согласно ГОСТ 18322-78\* “Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения” [2], техническое обслуживание — это

“операция или комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании”. Под техническим обслуживанием УПА понимают комплекс работ, который обеспечивает контроль технического состояния установок, поддержание их в исправном состоянии, продление ресурса их работы.

Техническое обслуживание УПА включает в себя три основных составляющих:

- - организационные вопросы;
- - требования (правила) технического обслуживания;
- - способы проверки работоспособности.

В соответствии с действующим законодательством ответственность за выполнение требований по техническому обслуживанию УПА несут руководители предприятий.

В п. 96 ППБ 01-03 [1] указывается, что регламентные работы по техническому обслуживанию и планово-предупредительному ремонту (ТО и ППР) автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения, систем противодымной защиты, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией должны осуществляться в соответствии с годовым планом-графиком, составляемым с учетом технической документации заводов-изготовителей, и сроками проведения ремонтных работ.

ТО и ППР должны выполняться специально обученным обслуживающим персоналом или специализированной организацией, имеющей лицензию, по договору.

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

После приемки УПА в эксплуатацию руководитель объекта своим приказом (распоряжением) назначает лиц, ответственных за эксплуатацию УПА (обычно это работники отделов главного механика, главного энергетика, службы КИП). На крупных предприятиях для проведения технического обслуживания и ремонта установок создаются специальные бригады и группы, а для круглосуточного контроля работоспособности УПА привлекается дежурный (оперативный) персонал.

В обязанности лица, ответственного за эксплуатацию УПА, входит:

- - организация оперативного контроля работоспособности установок;
- - своевременный вызов групп техобслуживания объекта или специализированных подразделений для устранения отказов установок;
- - организация ремонта УПА, ведение эксплуатационной документации.

Кроме того, эти лица следят за сохранностью запчастей и соблюдением графиков проведения планового техобслуживания и ремонта УПА, а также осуществляют инструктаж рабочих и служащих, работающих в защищаемых помещениях.

Лицо, ответственное за эксплуатацию установок, поддерживает тесную связь с органами Государственного пожарного надзора (ГПН) и организацией, с которой имеется договор на техническое обслуживание установок.

Обслуживающий персонал, привлекаемый на крупные предприятия, производит техобслуживание и ремонт установок, способствует поддержанию их в исправном состоянии, осуществляет ведение эксплуатационной документации и исполняет другие обязанности.

Круглосуточный контроль работоспособности УПА на объекте осуществляет оперативный персонал, который должен знать порядок вызова пожарной охраны, наименование и место нахождения защищаемых установкой помещений, порядок ведения оперативной документации и определения работоспособности УПА.

### **Техническая документация, ведущаяся на объекте**

На предприятии у лица, ответственного за эксплуатацию установки, должна быть в наличии следующая документация:

- а) проектная документация и исполнительные чертежи на установку в полном объеме;
- б) паспорта на оборудование и приборы;
- в) ведомость смонтированного оборудования;
- г) паспорта на зарядку баллонов УГПТ;
- д) акт приемки и сдачи установки в эксплуатацию;
- е) инструкции по эксплуатации установок;
- ж) перечень регламентных работ технического обслуживания установок;
- з) план-график технического обслуживания, журнал учета технического обслуживания, журнал учета неисправностей установок;
- и) должностные инструкции, графики дежурств оперативного персонала, журнал сдачи-приемки дежурства;
- к) журнал взвешивания баллонов с ОВ УГПТ.

Документация, которая разрабатывается администрацией объекта, должна пересматриваться не реже одного раза в три года и всякий раз при изменении условий эксплуатации установок.

Перечень технической документации может быть изменен в зависимости от конкретных условий на объекте по согласованию с ГПН и вышестоящими организациями, которым подведомствен данный объект.

Требования к проведению техобслуживания УПА в основном содержатся в следующих нормативно-технических документах:

- - ГОСТ 12.4.009-83. “ССТБ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание” [3];
- - Типовые правила технического содержания установок пожарной автоматики [4];
- - РД 009-01-96. “Установки пожарной автоматики. Правила технического обслуживания” [5];
- - РД 009-02-96. “Системы пожарной автоматики. Техническое обслуживание и планово-предупредительный ремонт” [6];
- - Пособие к правилам производства и приемки работ. Автоматические установки пожаротушения [7];
- - Нормативно-техническая документация о проектировании, монтаже и эксплуатации автоматических установок пожаротушения, пожарной сигнализации и систем дымоудаления [8].

### **Проверка работоспособности**

Проверка работоспособности УПА осуществляется в соответствии с “Рекомендациями по проверке технического состояния установок пожарной автоматики” [11].

Работоспособность установок пожарной сигнализации (УПС) проверяется путем воздействия на извещатели многоразового действия образцовыми (стандартизированными) источниками тепла, дыма и излучения (в зависимости от вида извещателя).

Для установок, имеющих извещатели одноразового действия, проверка осуществляется путем внесения искусственного повреждения (то есть обрыва), выполняемого в наиболее удаленной распределительной или ответвительной коробке, имеющей монтажные клеммы “под зажим”, или путем отсоединения наиболее удаленного извещателя от линии шлейфа.

Проверка работоспособности установок пожаротушения производится путем визуального осмотра контрольно-измерительных при-

боров и проверки работоспособности отдельных узлов или проверки работоспособности установки в целом, которая проводится по специально разработанной программе, согласованной с ГПН.

Программа огневых испытаний установок должна включать в себя следующие разделы:

1. - Цель испытаний;
2. - Материально-техническое обеспечение;
3. - Методика проведения испытаний;
4. - Техника безопасности.

Комплексные огневые испытания установок пожаротушения производятся в соответствии с ВСН 25-09.67-85. “Правила производства и приемки работ. Автоматические установки пожаротушения” [12]

### **Установки водяного и пенного пожаротушения**

Для испытания установок водяного и пенного пожаротушения в одном из защищаемых помещений в контрольных точках устанавливаются металлические поддоны размером 0,5х0,5 м и высотой бортов не менее 0,2 м.

Количество контрольных точек (их должно быть не менее трех) определяется в соответствии с программой испытаний.

Контрольные точки должны быть размещены в наиболее неблагоприятных для орошения местах, включая и “диктующий” ороситель.

Интенсивность орошения  $I$  л/(с·м<sup>2</sup>) в каждой контрольной точке определяют по формуле:

$$I = \frac{Q_{\text{под}}}{t F_{\text{под}}}$$

где  $Q_{\text{под}}$  — объем воды (раствора), собранной в поддоне за время работы АУП в установившемся режиме, л;

$t$  — продолжительность работы установки, с;  $F_{\text{под}}$  - площадь поддона, равная 0,25 м<sup>2</sup>.

Интенсивность орошения в каждой контрольной точке должна быть не ниже нормативной или расчетной (табл. 1-3 НПБ 88-2001\*[13]).

### **Установки газового пожаротушения**

Огневые и комплексные испытания установок газового пожаротушения с имитацией признаков пожара и подачей огнетушащего

вещества в помещение проводят путем воздействия на побудитель соответствующего фактора пожара.

С целью экономии огнетушащего вещества проверка работоспособности установок может быть осуществлена путем подачи в защищаемое помещение сжатого воздуха.

Сосуды с ГОС отключают от установки. Вместо них (сосудов) к пусковым цепям установки подключают имитаторы (электропредохранители, лампы, самопишущие приборы, пиропатроны и т.п.) и один-два сосуда, наполненные сжатым воздухом до давления, соответствующего давлению в сосудах с ГОС при температуре испытаний. В установках с пневмопуском побудительные трубопроводы и побудительно-пусковые секции также заполняют сжатым воздухом до соответствующего рабочего давления. Осуществляют автоматический пуск установки. Здесь и далее автоматический пуск установок осуществляют путем срабатывания необходимого количества пожарных извещателей или имитирующих их устройств в соответствии с проектной документацией на установку. Срабатывание пожарных извещателей следует осуществлять воздействием, имитирующим соответствующий фактор пожара.

Установку считают выдержавшей испытание, если работа узлов и приборов соответствует технической документации на испытываемое оборудование и проектной документации на установку.

Испытания следует проводить:

- перед сдачей установок в эксплуатацию;
- в период эксплуатации не реже одного раза в 5 лет.

При получении неудовлетворительных результатов испытаний (хотя бы по одному параметру) должны быть определены и устранены их причины, а затем повторно проведены испытания.

Результаты повторных испытаний являются окончательными и заносятся в акт проведения испытаний установки.

Таблица 1. Результаты испытаний и проверок

	<b>Проверяемые характеристики и параметры</b>	<b>Результаты испытаний и проверок</b>	<b>Заключение о соответствии</b>
	2	3	4
<b>1. Проверка работоспособности установки в ручном и автоматическом режимах</b>			
	Автоматический пуск		

.1			
.2	Ручной дистанционный пуск		
.3	Отключение и восстановление автоматического пуска		
.4	Автоматическое переключение электропитания с основного источника на резервный и обратно		
.5	Контроль исправности (обрыв, короткое замыкание) шлейфов пожарной сигнализации и соединительных линий		
.6	Контроль исправности (обрыв) электрических цепей управления пусковыми элементами		
.7	Контроль давления в пусковых баллонах и побудительных трубопроводах		
.8	Контроль исправности звуковой и световой сигнализации		
.9	Отключение звуковой сигнализации		
.10	Формирование и выдачу командного импульса для управления технологическим и электротехническим оборудованием объема, вентиляцией, кондиционированием, а также устройствами оповещения о пожаре		
<b>2. Проверка светозвуковой сигнализации</b>			
.1	О возникновении пожара (с-з)		
.2	О срабатывании установки (с-з)		

.3	О наличии напряжения на основном и резервном вводах электроснабжения (с)		
.4	Об эвакуации и запрете на вход в помещение (с-з)		
.5	Об отключении автоматического пуска (перед входом в помещение) (с)		
.6	О неисправности (обрыв) электрических цепей управления пусковыми элементами (с-з)		
.7	О падении давления в пусковых баллонах (с-з)		
.8	Об исчезновении напряжения на основном и резервном вводах (с-з)		
.9	Об отключении автоматического пуска(с)		

### **Установки порошкового и аэрозольного пожаротушения**

Огневые и комплексные испытания установок порошкового и аэрозольного пожаротушения с имитацией признаков пожара проводятся путем воздействия на побудитель соответствующего фактора пожара без подачи огнетушащего вещества в помещении; фиксируется командный импульс на пуск огнетушащего вещества.

### **Методика расчета численности обслуживающего персонала**

Исходными данными для расчета требуемого количества обслуживающего персонала (рабочих) служат:

- - нормативы времени (трудоемкость) и периодичность технических обслуживаний;
- - годовой план ремонтных работ;
- - действительный годовой фонд рабочего времени в часах.

Нормативы времени и периодичность проведения технического обслуживания и текущего ремонта (ТО и ТР) приведены в “Инструкции по организации и проведению работ по регламентированному техническому обслуживанию установок пожаротушения, пожарной и охранно-пожарной сигнализации” [14]. Требуемое количество рабо-

чис для проведения плановых работ по ТО и ТР определяется по формуле:

$$K = \frac{t_{\text{ТО}} \Sigma r_{\text{ТО}} + t_{\text{Т}} \Sigma r_{\text{Т}} + t_{\text{К}} \Sigma r_{\text{К}}}{\Phi_{\text{Д}} K_{\text{ВК}}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{ТО}}$ ,  $t_{\text{Т}}$ ,  $t_{\text{К}}$  — нормативы времени на плановое техобслуживание, текущий и капитальный ремонты, нормочас на одну единицу оборудования соответственно;

$r_{\text{ТО}}$ ,  $r_{\text{Т}}$ ,  $r_{\text{К}}$  — суммарное количество оборудования, которое ежегодно проходит плановое техобслуживание, текущий и капитальный ремонт соответственно;

$K_{\text{ВК}}$  — коэффициент выполнения норм, планируемый для данной категории рабочих;

$\Phi_{\text{Д}}$  — действительный годовой фонд рабочего времени; рассчитывается по формуле

$$\Phi_{\text{Д}} = \Phi_{\text{К}} K_{\text{П}}, \quad (2)$$

где  $\Phi_{\text{К}}$  — календарный годовой фонд рабочего времени;

$K_{\text{П}}$  — коэффициент, учитывающий потери рабочего времени.

$$\Phi_{\text{К}} = \frac{41}{6} (D - B - O - П), \quad (3)$$

где  $D$  — число календарных дней в году;

$B$  — число воскресных и праздничных дней в году;

$O$  — продолжительность отпуска, дни;

$П$  — число предпраздничных рабочих дней.

По формуле (1), подставляя те или иные нормативы времени, можно подсчитать общее число рабочих, требующихся для проведения плановых работ по ТО и ТР.

По РТМ 25488-82 [15] численность персонала для проведения ТО и ТР установок пожаротушения и установок сигнализации определяется по формуле:

$$P_{\text{а}} = \sum_{i=1}^m P_{\text{Аi}} n_i, \quad (4)$$

где  $P_{\text{а}}$  — численность персонала;

$P_{\text{Аi}}$  — норматив численности на элементы установки;

$n_i$  — количество элементов установки.

Количество слесарей-сантехников для ТО и ТР установок пожаротушения допускается определять по приближенной формуле:

$$P_a = (C_T - C_{oc} - C_{нт} - C_{cp})K, \quad (5)$$

где  $C_T$  — сметная стоимость технологической части АУП, тыс. руб;

$C_{oc}$  — стоимость ОВ, тыс. руб.;

$C_{нт}$  — стоимость наружных трасс, тыс. руб.;

$C_{cp}$  — стоимость строительных работ, тыс. руб.;

$K$  — коэффициент установки, ч/тыс, руб. (см. таблицу).

Численность электромонтеров для ТО и ТР установок пожаротушения допускается определять по формуле:

$$P_a = P_{a1} + P_{a2}, \quad (6)$$

где  $P_{a1}$  — численность электромонтеров для ТО и ТР электрооборудования, аппаратуры и внутренних кабельных и проводных линий, чел.;

$P_{a2}$  — численность электромонтеров для ТО и ТР наружных кабельных трасс, чел.

Значения  $P_{a1}$  и  $P_{a2}$  рассчитываются по формулам:

$$P_{a1} = (C_э - C_{нк} - C_{cp})K, \quad (7)$$

$$P_{a2} = C_{нк}K, \quad (8)$$

где  $C_э$  — сметная стоимость электротехнической части АУП, тыс. руб.;

$C_{нк}$  — стоимость наружных кабельных трасс, без стоимости строительных работ, тыс. руб.;

$C_{cp}$  — стоимость всех строительных работ, тыс. руб.;

$K$  — коэффициент установки, чел/тыс.руб.

Численность монтеров связи для ТО и ТР установок пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации допускается определять по формуле:

$$P_a = (C_э - C)K, \quad (9)$$

где  $C_э$  — сметная стоимость установки, тыс. руб.;

$C_{cp}$  — стоимость строительных работ, тыс. руб.;

$K$  — коэффициент установки, чел./тыс. руб.

Таблица. Коэффициент установки для разных типов установок пожаротушения		
Элементы установок пожаротушения	Тип установок пожаротушения	Коэффициент установки
Технологическая часть	Установки газового пожаротушения	0.045
	Установки водяного и пенного пожаротушений	0.055
Электротехническая часть	Установки газового пожаротушения	0.100
	Установки водяного и пенного пожаротушения	0.140
	Внешние кабельные трассы по установкам пожаротушения	0.045
	Пожарная и охранная сигнализация	0,260

Работы при ТО и ТР АУП выполняют слесари-сантехники и электромонтеры не ниже четвертого разряда, а установок АПС и ОПС — монтеры связи пятого разряда.

<sup>1</sup> Документация разрабатывается и предоставляется монтажной организацией.

<sup>2</sup> Документация предоставляется организацией, производящей зарядку баллонов огнетушащим средством.

<sup>3</sup> Документация разрабатывается администрацией объекта, который защищен средствами пожарной автоматики.

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с правилами проведения обслуживания.
3. На основании типовых требований провести необходимые мероприятия по техническому обслуживанию.
4. Отчет оформить в виде таблицы
5. Ответить на контрольные вопросы.

### Варианты задания:

#### Контрольные вопросы:

## Практическая работа №8

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ..

**Цель работы:** Произвести расчет требуемого напора и расхода огнетушащего вещества Освоить методику расчета.

#### Основные понятия

Для определения параметров автоматической установки пожаротушения определим группу заданного помещения по степени опасности развития пожара.

Важным моментом проектирования всех типов АУП является разработка схем размещения оросителей (распылителей) и распределительных сетей трубопроводов. Требуемое для помещения количество дренчерных (равно как и спринклерных) оросителей и их установка производится с учетом их технических характеристик, равномерности орошения защищаемой площади (табл. 1 СНИП 2.04.09-84) и огнестойкости (пункт 2.20 СНИП 2.04.09-84) помещения.

По приложению 2 СНИП 2.04.02-84 принимается третья группа помещения по опасности распространения пожара. По таблице 1 СНИП и таблице 5 приложения 6 СНИП принимаю основные расчетные параметры: — интенсивность подачи огнетушащего средства  $0,12 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ ; — продолжительность работы установки 1500 с (25 мин) ; — коэффициент разрушения пены  $k_2 = 3$ .

По табл. 2 приложения 6 для расчета примем генератор пенный 2-ГЧСм. Значение коэффициента  $k = 1,48$ . Минимальный свободный напор, м — 15; максимальный допустимый напор, м = 45.

Рассчитываем требуемый объем раствора пенообразователя.

$$V_p = \frac{K_2 \cdot W}{K_3} = \frac{3 \cdot 840}{80} = 31,5 \text{ м}^3$$

где  $K_2$ — коэффициент разрушения пены принимается по таблице 5 приложения 6 СНИП 2.04.09-84;  $W$  — объем помещения,  $\text{м}^3$ ;  $K_3$ — кратность пены.

Находим требуемый основной объем пенообразователя.

$$V_{по} = \frac{V_p \cdot C\%}{100\%} = 1,89 \text{ м}^3$$

Определяем расход генератора  $Q$  при свободном напоре  $H_{св} = 45$  м, их необходимость и достаточное количество  $n$ :  $Q = k \cdot \sqrt{H_{св}} = 1,48 \cdot \sqrt{45} = 9,93 \text{ л/с}$

$n = \frac{V_p}{Q \cdot t} = \frac{31,5}{9,93 \cdot 10^{-3} \cdot 1500} = 2$ , т.е. принимаем 2 ГЧСм.

$t = 25$  минут = 1500 секунд — продолжительность работы установки с пеной средней кратности, мин. (приложение 6 таблица 5) .

Итак в помещении достаточно установить два генератора ГЧСм. Осуществим размещение генераторов на плане помещения. Разводящая сеть принимается кольцевой. Положение генераторов ГЧСм асимметрично стояка.

Для наглядности покажем также принципиальную расчетную схему АУПП и важнейшие размеры архитектурно-планировочных решений.

Схема размещения генераторов пены, а также расчетная схема АУПП с насосом дозатором показана в графической части.

Выбираем диаметр труб кольцевого питательного  $d_1$  и подводщего трубопровода  $d_2$ :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,93 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 3}} = 65_{\text{мм}}$$

Принимаем  $d_1 = 65$  мм. Значение  $K_T = 572$  (СНиП таб. 9 прил. 6).

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 9,93 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 3}} = 91_{\text{мм}}$$

Принимаем  $d_2 = 100$  мм. Значение  $K_T = 4322$  (СНиП таб. 9 прил. 6).

Выполняем гидравлический расчет сети основного водопитателя с учетом расходов, включающих пенообразователь. Поскольку  $H_1 = 45$  м, то  $Q = 9,93$  л/с. В дальнейшем, чтобы минимизировать невязку напоров левого и правого направлений обхода кольцевого трубопровода относительно точки 3, допустим, что расход диктующего оросителя лишь на 15% осуществляется со стороны распределительного полукольца, включающего генератор 2. Следовательно:

$$H'_3 = H_1 + \frac{(0,85 \cdot Q_1)^2 \cdot l_{1-3}}{K_T} = 45 + \frac{8,44^2 \cdot 15}{572} = 45 + 1,87 = 46,9_{\text{м}}$$

$$H_2 = H_1 + \frac{(0,15 \cdot Q_1)^2 \cdot l_{1-2}}{K_T} = 45 + \frac{1,49^2 \cdot 24}{572} = 45 + 0,09 = 45,09_{\text{м}}$$

$$Q_2 = K \sqrt{H_2} = 1,48 \sqrt{45,09} = 9,94_{\text{л/с}}$$

$$H''_3 = H_2 + \frac{(0,15 \cdot Q_1 + Q_2)^2 \cdot l_{2-3}}{K_T} = 45,09 + \frac{11,4^2 \cdot 9}{572} = 47,14_{\text{м}}$$

Таким образом, напор в узловой точке 3 питательного трубопровода, так как невязка в данных условиях равна 0,24 м, будет равен:  $H_3 = (H'_3 + H''_3) \cdot 0,5 = (46,9 + 47,14) \cdot 0,5 = 47,02_{\text{м}}$  Суммарный расход генераторов:  $Q = Q_1 + Q_2 = 9,93 + 9,94 = 19,9$  л/с.

Ему будет соответствовать напор на выходном патрубке основного водо-

$$H = 1,2 \cdot (H_3 - H_1 + H_{3-\text{овп}}) + H_1 + Z + H_{y,y} = 1,2 \cdot (H_3 - H_1 + \frac{Q_2 \cdot l_{3-\text{овп}}}{K_T}) + H_1 + Z + \epsilon \cdot Q^2 =$$

$$= 1,2 \cdot (47,02 - 45 + \frac{19,9^2 \cdot 51}{4322}) + 45 + 6 + 2,35 \cdot 10^{-3} \cdot 19,9^2 = 59,9_{\text{м}}$$

где  $H_{3-\text{овп}}$  — потери напора на подводщем трубопроводе от узловой точки 3 до выходного патрубка водопитателя;  $l_{3-\text{овп}} = 51$  м — длина трубы диаметром 100 мм;  $Z = 6$  м — статический напор в стояке АУП;  $\epsilon = 2,35 \cdot 10^{-3}$  — коэффициент потерь напора в принимаемом узле управления БКМ (см. табл. 4 прил. 6 СНиП 2.04.09-84).

### Выбор насосно-двигательной пары.

По найденному расходу  $Q = 19,9$  л/с и напору  $H = 59,9$  м выбираем по каталогам насосно-двигательную пару основного водопитателя АУПП (выбираем насос К-90/55 с электродвигателем мощностью 22 кВт) и строим совмещенный график рабочей характеристики основного насоса, динамических потерь сети и насоса дозатора.

Чтобы выбрать насос дозатор уточним фактические расходы и напор, которые обеспечит данная насосная пара в проектируемой сети. Для этого нужно построить так называемую динамическую характеристику сети. Динамические

потери напора сети - это зависимость динамической составляющей  $H_{дин}$  на выходном патрубке насоса от текущих расходов  $Q_1$ , возведенных в квадрат:

$H_{дин} = S \cdot Q_1^2$ . В свою очередь сопротивление сети может быть определено из выражения:

$$S = \frac{H - H_1 - Z}{Q^2} = \frac{59,9 - 45 - 6}{19,9^2} = 0,02 \text{ м/л} \cdot \text{с}^{-1}$$

Результаты динамических потерь сети, рассчитываемой АУП, занесем в таблицу.

$S, \text{ м} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$	0,02				
$Q, \text{ л} \cdot \text{с}^{-1}$	5	10	15	20	25
$H_{дин}, \text{ м}$	0,5	2	4,5	8	12,5

Из совмещения графиков видно, что фактический расход раствора пенообразователя установкой будет составлять 20 л/с при напоре 58 м. Отсюда ясно что расход пенообразователя и объем также изменится:  $Q_{по} = 20 \cdot 0,06 = 1,2 \text{ л/с}$   
 $V_{по} = Q_{по} \cdot t_{раб} = 1,2 \cdot 1500 = 1800 \text{ л} = 1,8 \text{ м}^3$

#### Расчет диаметра дозирующей шайбы насоса дозатора.

В заключении выбираем насос дозатор и рассчитываем диаметр дозирующей шайбы  $d_{ш}$ . В качестве насоса дозатора принимаем ЦВ-3/80. При этом разность напоров из линии насоса дозатора и основного водопитателя в точке их врезки будет не более  $H = 225 - 58 = 167 \text{ м}$ . Теперь используем выражение, позволяющее рассчитать диаметр дозирующей шайбы:

$$d_{ш} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_{по} \cdot 10^{-3}}{\mu \sqrt{2g\Delta H}}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{0,62 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 167}}} = 6,56 \text{ мм}$$

где  $m$  — коэффициент расхода шайбы ( $m = 0,62$  для шайбы с тонкой стенкой);  $g = 9,8 \text{ м/с}$ . В результате подстановки в выражение получим, что  $d_{ш} = 6,56 \text{ мм}$ .

Таким образом, принципиальные тактико-технические характеристики автоматического тушения среднекратной пеной, в соответствии с условием, установлены.

#### Компоновка установки пожаротушения и описание ее работы.

Дренчерная установка пожаротушения состоит из трех "блоков". Защищаемые помещения в которых установлены датчики-извещатели для обнаружения пожара и оросители для его ликвидации. Помещение персонала, где установлен приемно-контрольный прибор, щит управления. Помещение, где расположены насосы, трубопроводы, водопенная арматура.

Установка работает следующим образом: при возникновении пожара срабатывает ПИ. Электрический импульс подается на щит управления и приемную станцию пожарной сигнализации. Включается световая и звуковая сигнализация. Командный сигнал управления поступает на включение электрозадвижки и насоса. Насос подает воду из основного водопитателя в магистральный трубопровод, где в поток воды дозируется определенное количество пенообразователя. Полученный раствор транспортируется через задвижку в распределительную сеть, и далее в оросители.

## **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание преподавателя и необходимые исходные данные для расчета. Недостающие исходные данные принять самостоятельно.
2. Познакомиться с принципом действия, порядком расчета.
3. Выполнить гидравлический расчет.
4. Привести схему.
5. Оформить отчет.
6. Ответить на контрольные вопросы.

## **Практическая работа №9**

### **РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ.**

**Цель работы:** Освоить методику разработки инструкций, ознакомиться с технической документацией и составить инструкцию.

### **Основные понятия**

Представленная инструкция предназначена для дежурного и обслуживающего персонала и содержит перечень требований по содержанию и техническому обслуживанию установки пожаротушения.

### **Содержание защищаемых помещений.**

1. В местах, где имеется опасность механического повреждения, оросители и трубопроводы должны быть защищены ограждениями;
2. Оросители должны постоянно содержаться в чистоте, при проведении ремонтных работ обеспечить их защиту от попадания пыли и грязи;
3. Запрещается:
  - Склаживать материалы на расстоянии менее 0.9м. от оросителей;
  - Использовать трубопроводы установок для подвески или крепления оборудования;
  - Присоединять производственное оборудование и устройства к питательным трубопроводам установки;

### **Инструкция по эксплуатации УПА объекта**

Согласно п.1.20 ППБ 1.01-94 «Противопожарная защита» на защищаемом объекте разрабатываются инструкции по эксплуатации УПА: одна о действии персонала по сигналам ПКО и по эксплуатации АУП. Специфические требования пожарной безопасности при эксплуатации предприятий должны отражаться в правилах пожарной безопасности для отдельных отраслей производств, которые разрабатываются в установленном порядке и дополняют настоящие правила. На предприятиях, наряду с указанными правилами, необходимо соблюдать проти-

вопожарные требования других действующих нормативных документов.

I. Общие положения:

1. Настоящая документация устанавливает обязанности оперативного персонала при эксплуатации установок пожарной автоматики на предприятии.
2. Оперативный персонал должен пройти медицинский осмотр при заступлении на дежурство, а также периодически проходить медицинский осмотр 1 раз в 2 года.
3. Оперативный персонал при назначении на работу обязан пройти подготовку и стажировку на рабочем месте в течении двух месяцев.

Во время подготовки необходимо изучить:

- требование настоящей инструкции;
- ППБ РБ 1.02-94 «Правила пожарной безопасности при эксплуатации технических средств противопожарной защиты»;
- порядок ведения документации;
- проектную и исполнительную документацию на установку;
- инструкции заводов- изготовителей по эксплуатации отдельных частей установки.

1.4К самостоятельной работе допускаются лица сдавшие зачет по знанию устройства УПА с регистрацией в журнале проверки знаний обслуживающего и оперативного персонала;

1.5Переаттестация проводится один раз в год квалифицированной комиссией;

1.6Лица из числа оперативного персонала показывающие неудовлетворительные знания, а также нарушающие требование нормативно-технической документации, отстраняются от дежурства до прохождения переподготовки.

II. Специальные требования:

1. Оперативный персонал обязан изучить и соблюдать настоящую инструкцию;
2. Каждый работник из числа оперативного персонала должен знать:
  - технические характеристики УПА;
  - наименование, местонахождение и пожарную опасность защищаемого помещения;
  - порядок вызова подразделений МЧС;
  - порядок проверки работоспособности УПА;
  - расположение пожарных извещателей;
  - правила техники эксплуатации и техники безопасности.

III. Обязанности:

1. Перед началом работы:
  1. Заступающий работник из числа оперативного персонала обязан прибыть за 15 минут до смены дежурства;

2. Проверить работоспособность связи с пожарной службой и службами предприятия;
  3. Проверить техническое состояние аппаратуры СПС.
  4. Сделать соответствующую отметку в журнале приема- сдачи дежурств;
  5. Привести в надлежащий вид рабочее место, после чего принять смену с росписью в журнале.
1. Во время работы:
1. Дежурному персоналу запрещается отлучаться из помещения пожарного поста без разрешения начальника службы объекта, которому он подчиняется или дежурного по объекту;
  2. Запрещается в помещении пожарного поста находиться посторонним людям;
  3. Во время работы дежурный персонал обязан:
    - следить за техническим состоянием УПА;
    - при обнаружении неисправности установки, немедленно сообщить ответственному за эксплуатацию УПА и принять меры по их устранению;
    - все случаи сработки АУП фиксировать в журнале сработки АУП и СПС;
    - при ложном срабатывании пожарной сигнализации обследовать помещение совместно с инструктором отдела техники безопасности и дать заключение о ложном срабатывании;
    - уходя по служебным делам, оставлять на своем месте дежурного энергетика, точно указав свое местонахождение;
    - уметь в случае необходимости включить систему пожаротушения согласно инструкции;
- 3.2.4 При возникновении пожара на объекте оперативный персонал обязан:
- вызвать подразделения МЧС по телефону «01»;
  - оповестить работников предприятия о пожаре;
  - проконтролировать включение АУП и при необходимости включить ручную.
- 3.3 По окончании работы:
- 3.3.1 Дежурный обязан привести в порядок документацию и рабочее место;
  - 3.3.2 Сменяющий и заступающий дежурные совместно проводят осмотр УПА;
  - 3.3.3 Дежурство сдается и принимается только при исправном состоянии УПА. В случае неисправности оборудования сдача производится с разрешения ответственного за УПА объекта или дежурного по предприятию.
- Оперативному персоналу запрещается:
- проводить мероприятия ухудшающие действие УПА;

- оставлять аппаратуру и оборудование без присмотра.

Оперативный персонал несет персональную ответственность за выполнение требований данной инструкции, сохранность аппаратуры и противопожарное состояние помещения пожарного поста. Контроль за исполнением требований настоящей инструкции возложен на начальника смены объекта, назначенного ответственным за УПА.

### **Инструкция по эксплуатации АУП объекта**

#### **I. Общие положения:**

1.1 Настоящая документация устанавливает обязанности обслуживающего персонала при эксплуатации установок пожарной автоматики на предприятии.

1.2 Обслуживающий персонал должен пройти подготовку и стажировку в течении месяца.

За время подготовки должен изучить:

- требования настоящей инструкции;
- проектную и исполнительную документацию на установку;
- порядок ведения эксплуатационной документации;
- порядок проведения технического обслуживания;
- требования ПУЭ;
- инструкции по эксплуатации и требования заводов-изготовителей по оборудованию и узлам установки.

1.3 К самостоятельной работе допускаются лица сдавшие зачеты по знанию устройства, работы, ремонта АУП.

1.4 Переаттестация проводится 1 раз в год.

1.5 Обслуживающий персонал назначается приказом руководителя объекта.

1.6 На видном месте в помещении пожарного поста должны быть вывешены:

- инструкция о действиях дежурного персонала, в случае получения сигналов от приемно-контрольного оборудования СПС;
- общая схема систем противопожарного водоснабжения;
- принципиальная схема установок автоматического пожаротушения с указанием направлений подачи огнетушащего вещества и способ приведения их в действие;
- перечень помещений, защищаемых установками пожарной автоматики;
- списки адресов и телефонов аварийных и специальных служб, руководителей и ответственных лиц объекта.

#### **II. Специальные требования:**

2.1 Оперативный персонал обязан изучить и соблюдать требования настоящей инструкции;

2.2 Каждый работник из числа обслуживающего персонала должен знать:

- технические характеристики оборудования установки и принцип ее действия;
- наименование, местонахождение и пожарную опасность защищаемого помещения;
- порядок вызова подразделений МЧС;
- порядок проверки работоспособности АУП;
- порядок ведения эксплуатационной документации;
- правила техники эксплуатации и техники безопасности.

### III. Обязанности:

#### 3.1 Обслуживающий персонал обязан:

- осуществлять работы по ТО и ремонту;
- вести в установленном порядке эксплуатационную документацию;
- следить за исправностью АУП;
- 1 раз в месяц проводить проверку работоспособности АУП.

3.2 При обнаружении нарушений эксплуатации, а также неисправности АУП принять меры по устранению их и сообщить об этом лицу ответственному за эксплуатацию.

3.3 В процессе эксплуатации, а также во время проведения регламентных работ по техническому обслуживанию, запрещается проводить мероприятия, препятствующие нормальной работе установок или ухудшающие эффективность их действия.

#### Порядок проверки работоспособности АУП:

Для проверки работоспособности узла управления следует открыть малый вентиль комбинированного крана. При этом вода из питающего трубопровода установки по трубопроводу сливается в канализацию, давление над клапаном БКМ-200 падает, клапан поднимается.

Вода из подводящего трубопровода поступает в сигнальный клапан и, не успевая уйти в канализацию через кран с малым отверстием, приводит к повышению давления в сигнальном трубопроводе, в результате чего срабатывает сигнализатор давления. Формируется командный импульс на запуск установки. Приводятся в действие элементы управления, включается насос для подачи воды со смачивателем. После этого установку необходимо привести в дежурный режим.

#### Приведение установки в дежурный режим:

1. Закрыть вентиль на комбинированного крана и пробковый кран. Перевести насос на ручное управление и отключить его.
2. Дозаправить автоматический водопитатель и продолжить приведение узла управления в дежурный режим:
  - I. Привести в исходное состояние автоматический водопитатель:
    - открыть задвижку на обводном трубопроводе к автоматическому водопитателю;
    - открыть кран на уровнемере и понизить давление воздуха до 2 атм; - включить насос и заполнить автоматический водопитатель на 2/3 во-

дой, контролируя уровень по уровнемеру или выходу воды через кран на уровнемере;

- выключив насос, компрессором поднять давление до 4 атм, после чего выключить его.

II. Привести узел управления в дежурный режим:

- перевести насосы в режим автоматического пуска;

- открыть пробковый кран.

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить задание преподавателя и необходимые исходные данные для расчета. Недостающие исходные данные принять самостоятельно.
2. Познакомиться с основными понятиями, порядком составления инструкций.
3. Привести схему технического обслуживания.
4. Оформить отчет.
5. Ответить на контрольные вопросы.

### **Варианты задания:**

### **Контрольные вопросы:**

## **Практическая работа №10**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ**

**Цель работы:** освоить методику определения категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

### **Основные понятия**

В соответствии с техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности (№123-ФЗ от 22.08.2008) определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности является одним из главных вопросов пожарной безопасности технологических процессов.

Классификация зданий, сооружений, строений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности применяется для установления требований

пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара в зданиях, сооружениях, строениях и помещениях.

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории :

- повышенная взрывопожароопасность (А);
- пожароопасность (В1 - В4);
- взрывопожароопасность (Б);
- умеренная пожароопасность (Г);
- пониженная пожароопасность (Д).

Здания, сооружения, строения и помещения иного назначения разделению на категории не подлежат.

Категории помещений по пожарной и взрывопожарной опасности определяются исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик, проводимых в них технологических процессов.

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с СП 12.13130.2009 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (табл.1)

**Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности**

<b>Категория помещения</b>	<b>Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении</b>
<b>А</b> повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
<b>Б</b> Взрывопожароопасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
<b>В1–В4</b> Пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
<b>Г</b> Умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
<b>Д</b> Пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии пониженная пожароопасность

**Категории здания по пожарной и взрывопожарной опасности**

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются, исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

Здание относится к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

Здание не относится к категории А, если суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммированной площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>.

Здание не относится к категории Б, если суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммированной площади всех

размещенных в нем помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, и В3 превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории В, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А, Б или В и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г превышает 5 % суммированной площади всех помещений.

Здание не относится к категории Г, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м<sup>3</sup>) и помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

### **Выбор и обоснование расчетного варианта**

При расчете значений критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовывать взрывоопасные газозоодушные или парозоодушные смеси, определяется исходя из следующих предпосылок:

1. Происходит расчетная авария одного из аппаратов.
2. Все содержимое аппарата поступает в помещение.
3. Происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае исходя из реальной обстановки и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным: времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов; 120 с, ес-

ли вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов; 300 с при ручном отключении.

4. Происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных) исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м, а остальных жидкостей — на 1 м<sup>2</sup> пола помещения.

5. Происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеекрашенных поверхностей.

6. Длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Количество пыли, которое может образовать взрывоопасную смесь, определяется из следующих предпосылок:

1. Расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования).

2. В момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80 % геометрического объема помещения.

### Расчет избыточного давления

Избыточное давление взрыва  $\Delta P$  для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F, определяется по формуле

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_{гн}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_n} \quad (1)$$

$P_{max}$  – максимальное давление взрыва стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать  $P_{max}$  равным 900 кПа; начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

$m$  – масса паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

$Z$  – коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения согласно таблице 2.

$V_{св}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup> (допускается принимать равным 80% от геометрического объема помещения);

$\rho_{гн}$  – плотность газа или пара при расчетной температуре, кг м<sup>3</sup>;

$C_{ст}$  – стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ, % (об.);

$K_n$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать  $K_n$  равным 3.

Таблица 2

## Значения Z

Вид горючего вещества	Значение Z
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0 1

Плотность газа или пара при расчетной температуре  $t_p$ , вычисляют по формуле:

$$\rho_{г.п} = \frac{M}{V_0(1 + 0.00367 \cdot t_p)} \quad (2)$$

где  $M$  – молярная масса, кг\*кмоль<sup>-1</sup>;

$V_0$  – мольный объем, равный 22,413 м<sup>3</sup>\*кмоль<sup>-1</sup>;

$t_p$  – расчетная температура, °С. В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры  $t_p$  по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61 °С.

Стехиометрическую концентрацию ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ вычисляют по уравнению:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84\beta} \quad (3)$$

где  $\beta$  – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания, который определяют как:

$$\beta = n_c + \frac{n_i - n_x}{4} - \frac{n_o}{2} \quad (4)$$

где  $n_c$ ,  $n_h$ ,  $n_o$ ,  $n_x$  – число атомов С,Н,О и галоидов в молекуле горючего.

Расчет  $\Delta P$  для других индивидуальных веществ, кроме упомянутых выше, а также для смесей может быть выполнен по формуле:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_m \cdot P_0 \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_г \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_n} \quad (5)$$

где  $H_m$  – теплота сгорания, Дж\*кг<sup>-1</sup>;

$\rho_г$  – плотность воздуха до взрыва при начальной температуре  $T_0$ , кг\*м<sup>-3</sup>;

$C_p$  – теплоемкость воздуха;

$P_o$  – начальное давление, кПа (допускается принимать 101 кПа);  
 $m$  – масса горючих веществ, вышедших в помещение в результате аварии, кг;  
 $Z$  – коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения согласно таблице 2;  
 $V_{св}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup> (допускается принимать равным 80% от геометрического объема помещения);  
 $K_n$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать  $K_n$  равным 3.  
 $T_0$  – начальная температура воздуха, К.

Масса горючего газа, поступившего в помещение при расчетной аварии определяется по формуле:

$$m = (V_a + V_m) \rho_r \quad (6)$$

где  $V_a$  – объем газа, вышедшего из аппарата, м<sup>3</sup>;  
 $V_m$  – объем газа, вышедшего из трубопроводов, м.  
 $\rho_r$  – плотность горючего газа, кг\*м<sup>-3</sup>.

При этом

$$V_a = 0,01 P_1 V \quad (7)$$

где  $P_1$  – давление в аппарате, кПа  
 $V$  – объем аппарата, м<sup>3</sup>.

$$V_m = V_{1m} + V_{2m} \quad (8)$$

где  $V_{1m}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м<sup>3</sup>;  
 $V_{2m}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м<sup>3</sup>.

$$V_{1m} = qT \quad (9)$$

где  $q$  – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т.д., м<sup>3</sup>\*с<sup>-1</sup>;

$T$  – время, до отключения трубопровода, с.

$$V_{2m} = 0,01 \pi P_2 (r^2_1 L_1 + r^2_2 L_2 + \dots + r^2_n L_n) \quad (10)$$

где  $P_2$  – максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;

$r$  – внутренний радиус трубопроводов, м

$L$  – длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

Масса паров жидкости, поступивших в помещение при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свежее нанесенным составом, открытые емкости и т.п.), определяется из выражения

$$m = m_p + m_{емк} + m_{св. окр} \quad (11)$$

$m_p$  – масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;

$m_{емк}$  – масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;

$m_{св. окр}$  – масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых в формуле (11) определяется по формуле:

$$m = W * F_u * \tau \quad (12)$$

где  $m$  – масса испарившейся жидкости, кг;

$W$  – интенсивность испарения, кг\*с<sup>-1</sup>\*м<sup>-2</sup>;

$F_u$  – площадь испарения, м<sup>2</sup>.

$\tau$  – время испарения, с.

Интенсивность испарения определяется по справочным и экспериментальным данным. Для ненагретых выше температуры окружающей среды ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать  $W$  по формуле:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_n \quad (13)$$

где  $\eta$  – коэффициент, принимаемый по таблице 3 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;

$M$  – молярная масса, кг\*кмоль<sup>-1</sup>;

$P_n$  – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости  $t_p$ .

Таблица 3

### Значение коэффициента $\eta$

Скорость воздушного потока в помещении, м/с	Значение коэффициента $\eta$ при температуре $T^{\circ}\text{C}$ , воздуха в помещении				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств исходя из продолжительности их работ. В случае обращения в помещении горючих газов, легковоспламеняющихся или горючих жидкостей при определении значения массы горючих паров или газов, допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

В этом случае определяют массу аккумулированных паров ЛВЖ, ГЖ или горючих газов по формуле:

$$m_n^* = \frac{m_n}{1 + \frac{A_B \cdot \tau}{3600}} \quad (14)$$

где  $m_n^*$  – масса аккумулированных паров ЛВЖ, ГЖ или горючих газов, кг;

$m_n$  – масса испарившихся паров ЛВЖ, ГЖ или вышедших горючих газов, кг;

$\tau$  – продолжительность поступления горючих газов и паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в объем помещения, с.

### Расчет избыточного давления взрыва для горючих веществ

Расчет избыточного давления взрыва  $\Delta P$ , кПа, производится по формуле 5, в которой коэффициент  $Z$  участия взвешенной пыли во взрыве рассчитывается по формуле:

$$Z = 0,5 * F \quad (15)$$

где  $F$  – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэровзвесь становится взрывобезопасной, т.е. неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для расчета величины допускается принимать  $Z = 0,5$ .

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли  $m$  (кг), образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяется по формуле:

$$m = m_{\text{вз}} + m_{\text{ав}} \quad (16)$$

где  $m_{\text{вз}}$  – расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

$m_{\text{ав}}$  – расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг. Расчетная масса взвихрившейся пыли  $m_{\text{вз}}$  определяется по формуле

$$m_{\text{вз}} = K_{\text{вз}} * m_n \quad (17)$$

где  $K_{\text{вз}}$  – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине  $K_{\text{вз}}$  допускается полагать  $K_{\text{вз}} = 0,9$ ;

$m_n$  – масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

Расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации,  $m_{\text{ав}}$  (кг), определяется по формуле:

$$m_{\text{ав}} = (m_{\text{ан}} + qT)K_n \quad (18)$$

где:  $m_{\text{ан}}$  – масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, кг;

$q$  – производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения, кг\*с<sup>-1</sup>;

$T$  – время отключения, с;

$K_n$  – коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение. При отсутствии экспериментальных сведений о величине  $K_n$  допускается полагать: для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм –  $K_n = 0,5$ ; для пылей с дисперсностью менее 350 мкм –  $K_n = 1,0$ .

Масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяется по формуле:

$$m_n = \frac{K_{\text{г}}}{K_{\text{у}}} \cdot (m_1 + m_2) \quad (19)$$

где  $K_{\text{г}}$  – доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$m_1$  – масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;

$m_2$  – масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг;

$K_{\text{у}}$  – коэффициент эффективности пылеуборки.

Принимается при ручной пылеуборке: сухой – 0,6; влажной – 0,7.

При механизированной вакуумной уборке: пол ровный – 0,9; пол с выбоинами (до 5 % площади) – 0,7.

Под труднодоступными для уборки площадями подразумевают такие поверхности в производственных помещениях, очистка которых осуществляется только при генеральных пылеуборках. Доступными для уборки местами являются поверхности, пыль с которых удаляется в процессе текущих пылеуборок ежемесячно, ежесуточно и т.п.

Масса пыли  $m_i$  ( $i=1,2$ ), оседающей на различных поверхностях в помещении за межстрочный период, определяется по формуле:

$$m_i = Mi(1-a)\beta_i \quad (i=1,2) \quad (20)$$

где  $Mi = \sum_j M_{ij}$  – масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени

между генеральными пылеуборками, кг;

$M_{ij}$  – масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг,

$M_2 = \sum_j M_{2j}$  – масса пыли, выделяющаяся в объем помещения за период времени

между текущими пылеуборками, кг;

$M_{2j}$  – масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

$a$  – доля выделяющейся в объем помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системам При отсутствии экспериментальных сведений о величине  $a$  полагают  $a = 0$ ;

$\beta_1 > \beta_2$  – доли выделяющейся в объем помещения пыли, оседающей соответственно на труднодоступных и доступных для уборки поверхностях помещения ( $\beta_1 + \beta_2 = 1$ ). При отсутствии сведений о величине коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  допускается полагать  $\beta_1 = 1$ ,  $\beta_2 = 0$ .

Величина  $Mi$  ( $i = 1,2$ ) может быть также определена экспериментально (или по аналогии с действующими образцами производств) в период максимальной загрузки оборудования по формуле

$$M_i = \sum_j (G_{ij} \cdot F_{ij}) \cdot \tau_i, \quad (21)$$

где  $G_{1j}$ ,  $G_{2j}$  – интенсивность пылеотложений соответственно на труднодоступных  $F_{1j}$ , ( $m^2$ ) и доступных  $F_{2j}$  ( $m^2$ ) площадях,  $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$ ;

$\tau_1, \tau_2$  – промежуток времени соответственно между генеральными и текущими пылеуборками, с.

### Определение категорий пожароопасных помещений

Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее по тексту – пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице 4.

## Категории пожароопасных помещений

Категория	Удельная пожарная нагрузка $g$ на участке, МДж·м <sup>-2</sup>	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401—2200	
В3	181 — 1400	
В4	1 — 180	На любом участке пола помещения площадью 10м <sup>2</sup> . Способ размещения участков пожарной нагрузки нормируется

При пожарной нагрузке, включающей и себя различные сочетания (смесь) горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка  $Q$ , МДж, определяется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{hi}^p \quad (22)$$

где  $G_i$  = количество  $i$ -го материала пожарной нагрузки, кг;

$Q_{hi}^p$  – низшая теплота сгорания  $i$ -го материала пожарной нагрузки, МДж кг<sup>-1</sup>.

Удельная пожарная нагрузка  $g$  (МДж\*м<sup>-2</sup>), определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S} \quad (23)$$

где  $Q$  – пожарная нагрузка, МДж;

$S$  – площадь размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup> (но не менее 10 м<sup>2</sup>).

В помещениях категорий В1-В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в табл.4. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В табл.5 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний  $I_{np}$  в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков  $q_{кр}$ , кВт\*м<sup>-2</sup> для пожарном нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов. Значения  $I_{np}$ , приведенные в табл.5, рекомендуются при условии, если  $H > 11$  м; если  $H < 11$  м, то предельное расстояние определяется как:

$$I = I_{np} + (11 - H) \quad (24)$$

где  $I_{np}$  – определяется из табл.5;

$H$  – минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

## Значения предельных расстояний

$q_{кр}$ , кВт*м <sup>-2</sup>	5	10	15	20	25	30	40	50
$I_{np}$ , м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Значения  $q_{кр}$  для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в табл. 6.

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то значение  $q$  определяется по материалу с минимальным значением  $q_{кр}$ .

Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями  $q_{кр}$  значения предельных расстояний принимаются  $l_{пр} \geq 2$  м.

Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ или ГЖ, рекомендуемое расстояние  $l_{пр}$  между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки рассчитывается по формулам:

$$l_{пр} \geq 15\text{м} \quad \text{при } H \geq 11 \quad (25)$$

$$l_{пр} \geq 26-H \quad \text{при } H < 11 \quad (26)$$

Таблица 6

### Величины критической плотности падающих лучистых потоков

Материал	$q_{кр}, \text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$
Древесина (сосны влажностью 12 %)	13,9
Древесностружечные плиты (плотностью 417 кг·м <sup>-3</sup> )	8,3
Торф брикетный	13,2
Торф кусковой	9,8
Хлопок-волокно	7,5
Слоистый пластик	15,4
Стеклопластик	15,3
Пергамин	17,4
Резина	14,8
Уголь	35,0
Рулонная кровля	17,4
Сено, солома (при минимальной влажности до 8 %)	7,0

Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки превышает или равно:

$$Q \geq 0,64 \cdot g \cdot H^2 \quad (27)$$

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно. В случае отсутствия данных для расчета теплоты сгорания нефтепродуктов целесообразно использовать формулу Басса:

$$Q_H = 50460 - 8,545 \cdot \rho_n \quad (28)$$

где:  $Q$  – низшая теплота сгорания, кДж кг<sup>-1</sup>;

$\rho_n$  – плотность жидкости, кг·м<sup>-3</sup>.

### Определение избыточного давления взрыва для веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом

Расчетное избыточное давление взрыва  $\Delta P$  для веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, определяется по приведенной выше методике, полагая  $Z = 1$  и принимая в качестве величины  $H_T$  энергию, выделяющуюся при взаимодействии (с учетом сгорания продуктов взаимодействия до конечных соединений), или экспериментально в натуральных испытаниях. В случае, когда определить величину  $\Delta P$  не представляется возможным, следует принимать ее превышающей 5 кПа.

## Порядок выполнения работы

1. Получить задание преподавателя. Недостающие данные принять самостоятельно.

2. Познакомиться с порядком определения категорий помещений по пожарной и взрывопожарной опасности.

3. Определить категорию указанных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности. Результаты представить в виде таблицы:

<i>Наименование помещений</i>	<i>Условия производства, характеристика веществ и материалов в помещении</i>	<i>Категория помещения</i>
<b>Тепловая электростанция:</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Машинное отделение с технологическим подвалом		
с паровыми турбинами	Паропроводы, арматура и оборудование с температурой нагрева поверхности 400° С и выше	
с газовыми турбинами	Горючие газы и жидкости сжигаются в качестве топлива	
Котельное отделение	Горючие газы, жидкости и твердые вещества сжигаются в качестве топлива	
Бункерно-деаэрационное отделение	Открыто со стороны котельного отделения. Бункера и питатели закрыты. Паропроводы с температурой нагрева поверхности 400°С и выше	
Бункерная галерея	Транспортировка сгораемых материалов (угля, торфа, сланцев)	
<b>Закрытые склады и кладовые:</b>		
легковоспламеняющихся жидкостей в таре и на их основе лакокрасочных материалов	Легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки паров ниже 28° С	
хранения хим. реактивов, негорючих материалов и изделий	Горючая упаковка в малом объеме	
горючих или трудногорючих теплоизоляционных материалов, горючих материалов и изделий	Горючие упаковка и некоторые материалы	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
масляных красок и лаков	Растворителями служат горючие жидкости, при воспламенении ко-	

	торых развивается избыточное давление взрыва 5кПа	
негорючих материалов и изделий, хранилище радиоактивных изотопов	Негорючая упаковка	
<b>Помещения складов реагентов:</b>		
хранения фосфатов, соды, полиакриламида	Негорючие вещества в горючей упаковке	
разгрузки и хранения извести, коагулянтов, соли, соды, кислоты и щелочи	Негорючие вещества в холодном состоянии. Негорючая упаковка	
Помещение аммиачной установки:		
баллоны с аммиаком	Газообразный аммиак	
<b>Помещения для транспорта:</b>		
стоянка электрокаров	Негорючие материалы	
стоянка бульдозеров	Горючие материалы и жидкости	
пост ТО, ремонта бульдозеров	Горючие материалы и жидкости в малом объеме	
помещения хранения шин и ГСМ, агрегатов и двигателей, участок ремонта топливной аппаратуры	— " —	
пост мойки и уборки бульдозеров: ремонт аккумуляторов, моторов, агрегатов, механического и электротехнического оборудования	Негорючие материалы	

4. Расчетным путем определить категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности.

<b>Вариант</b>	<b>Помещение где обращается</b>	<b>Масса паров, выделившихся в результате аварии</b>	<b>Объем помещения, м<sup>3</sup></b>
1	бутан	15	60
2	пропан	48	120
3	н-бутанол	306	5200
4	этан	110	1200
5	бензин	510	3100
6	керосин	540	310
7	бумажная пыль	510	520
8	мучная пыль	45	380
9	угольная пыль	26	310
10	бензол	50	300

5. Определить категорию здания по взрывопожарной и пожарной опасности.

**Задание 1.** Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений  $F = 10000 \text{ м}^2$ . Помещения категорий А, Б, В1 - В3 и Г отсутствуют. Площадь помещений категории В4 составляет  $F_{В4} = 2000 \text{ м}^2$ , категории Д -  $F_{Д} = 8000 \text{ м}^2$ . Решение обосновать.

**Задание 2.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен ремонтный цех (площадь  $F=2000 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - сварочное отделение, 2 - отделение термической обработки материалов, 3 - электрощитовая, 4 – трансформаторная подстанция, 5 - механосборочное отделение, 5 - бытовые помещения, 6 - санузел. Представить схему здания.

**Задание 3.** Производственное пятиэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 25000 \text{ м}^2$ . Помещения категорий А и Б в здании отсутствуют. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет  $F_{В} = 1000 \text{ м}^2$ , категории Г -  $F_{Г} = 200 \text{ м}^2$ , категорий В4 и Д -  $F_{В4,Д} = 23800 \text{ м}^2$ , суммарная категорий В1 - В3, Г -  $F_{В,Г} = 1200 \text{ м}^2$ . Решение обосновать.

**Задание 4.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен слесарно-сборочный цех (площадь  $F=3600 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - бытовое помещение, 2 -слесарная мастерская, 3 - склад металлоконструкций, 4 – склад запасных частей, инструментов, 5 - склад масел, 6 - сварочный пост, 7 - кабинет начальника цеха, 8 - кабинет мастера. Представить схему здания.

**Задание 5.** Производственное четырехэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 16000 \text{ м}^2$ . Площадь помещений категорий А и Б составляет  $F_{А,Б} = 800 \text{ м}^2$ , помещений категорий В1 - В3 -  $F_{В} = 1500 \text{ м}^2$ , помещений категории Г -  $F_{Г} = 3000 \text{ м}^2$ , суммарная категорий А, Б, В1 - В3 -  $F_{А,Б,В} = 2300 \text{ м}^2$ , суммарная категорий А, Б, В1 - В3, Г -  $F_{А,Б,В,Г} = 5300 \text{ м}$ . Помещения категорий А, Б, В1 - В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения. Решение обосновать.

**Задание 6.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен ремонтный цех (площадь  $F=3000 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - сварочное отделение, 2 - слесарная мастерскую, 3 – агрегатный участок, 4 - электрощитовая, 5 - механосборочное отделение, 6 - отделение технического контроля. Представить схему здания.

**Задание 7.** Производственное шестиэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 30000 \text{ м}^2$ . Помещения категорий А и Б в здании отсутствуют. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет  $F_{В} = 1800 \text{ м}^2$ , категории Г -  $F_{Г} = 2000 \text{ м}^2$ , суммарная площадь помещений категорий В1 - В3, Г -  $F_{В,Г} = 3800 \text{ м}$ . Решение обосновать.

**Задание 8.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен склад горюче-смазочных материалов (площадь  $F=300 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - станцию перекачки дизтоплива, 2 - станцию перекачки бензина, 3 - кабинет кладовщика, 4 - подсобное помещение. Представить схему здания.

**Задание 9.** Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 20000 \text{ м}^2$ . Площадь помещений категорий А и Б составляет  $F_{А,Б} = 900 \text{ м}^2$ , категорий В1 - В3 -  $F_{В} = 4000 \text{ м}^2$ , суммарная категорий А, Б, В1 - В3 -  $F_{А,Б,В} = 4900 \text{ м}^2$ . Помещения категорий А, Б, В1 - В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения. Решение обосновать.

**Задание 10.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен деревообрабатывающий цех (площадь  $F=950 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - деревообрабатывающий участок, 2 - электропомещение, 3 - склад готовой продукции, 4 - бытовые помещения, 5 - санузел. Представить схему здания.

**Задание 11.** Производственное трехэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 12000 \text{ м}^2$ . Площадь помещений категорий А и Б составляет  $F_{А,Б} = 180 \text{ м}^2$ , категорий В1 - В3 -  $F_{В} = 5000 \text{ м}^2$ , суммарная категорий А, Б, В1 - В3 -  $F_{А,Б,В} = 5180 \text{ м}^2$ . Решение обосновать.

**Задание 12.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен цех производства анодной массы (площадь  $F=5000 \text{ м}^2$ ). 1 - отделение прокаливания кокса. 2 - котельная (производство пара). 3 - трансформаторная. 4 – электропомещение. 5 - кабинет оператора дистанционного пульта управления. 6 - бытовые помещения. 7 – отделение главного инженера. Представить схему здания.

**Задание 13.** Производственное восьмиэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 40000 \text{ м}^2$ . В здании отсутствуют помещения категорий А и Б. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет  $F_{В} = 8000 \text{ м}^2$ . Решение обосновать.

**Задание 14.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен ремонтный цех (площадь  $F=3000 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - сварочное отделение, 2 - слесарная мастерскую, 3 – агрегатный участок, 4 - электрощитовая, 5 - механосборочное отделение, 6 - отделение технического контроля, 7 - санузел. Представить схему здания.

**Задание 15.** Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 15000 \text{ м}^2$ . Площадь помещений категории А составляет  $F_{А} = 800 \text{ м}^2$ , категории Б -  $F_{Б} = 600 \text{ м}^2$ , суммарная категорий А и Б -  $F_{АБ} = 1400 \text{ м}^2$ . Помещения категорий А и Б оборудованы установками автоматического пожаротушения. Решение обосновать.

**Задание 16.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен ремонтно-механический цех (площадь  $F=3000 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - сварочное отделение, 2 - отделение холодной обработки материалов, 3 - малярный участок, 4 - электротехнический участок, 5 - механосборочное отделение, 6 - склад запасных частей, 7 - бытовые помещения. Представить схему здания.

**Задание 17.** Производственное шестиэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 32000 \text{ м}^2$ . Площадь помещений категории А составляет  $F_{А} = 150 \text{ м}^2$ , категории Б -  $F_{Б} = 400 \text{ м}^2$ , суммарная категорий А и Б -  $F_{А,Б} = 550 \text{ м}^2$ . Решение обосновать.

**Задание 18.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен склад горюче-смазочных материалов (площадь  $F=500 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - станцию перекачки дизтоплива, 2 - станцию перекачки бензина, 3 - кабинет кладовщика, 4 - подсобное помещение, 5- вентиляционная камера. Представить схему здания.

**Задание 19.** Производственное одноэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 8000 \text{ м}^2$ . Площадь помещений категорий А и Б составляет  $F_{А,Б} = 600 \text{ м}^2$ , категорий В1 - В3 -  $F_{В} = 1000 \text{ м}^2$  категории Г -  $F_{Г} = 200 \text{ м}^2$ , категорий В4 и Д -  $F_{В4,Д} = 6200 \text{ м}^2$ , суммарная категорий А, Б, В1 - В3 -  $F_{А,Б,В} = 1600$

м<sup>2</sup>, суммарная категорий А, Б, В1 - В3, Г -  $F_{А,Б,В,Г} = 1800 \text{ м}^2$ . Помещения категорий А, Б, В1 - В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения. Решение обосновать.

**Задание 20.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен слесарно-сборочный цех (площадь  $F=5000 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - бытовое помещение, 2 - слесарная мастерская, 3 - склад металлоконструкций, 4 – склад запасных частей, инструментов, 5 - склад масел, 6 - сварочный пост, 7 - кабинет начальника цеха, 8 - кабинет мастера. Представить схему здания.

**Задание 21.** Производственное трехэтажное здание. Общая площадь помещений здания  $F = 20000 \text{ м}^2$ . В здании находятся помещения категории А суммарной площадью  $F_A=2000 \text{ м}^2$ . Эти помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения. Решение обосновать.

**Задание 22.** Одноэтажное производственное здание, в котором расположен деревообрабатывающий цех (площадь  $F=900 \text{ м}^2$ ), включающий: 1 - деревообрабатывающий участок, 2 - электропомещение, 3 - склад готовой продукции, 4 - бытовые помещения, 5 – кабинет начальника цеха. Представить схему здания.

6. Оформить отчет.

1. Ответить на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы

1. На какие категории делятся помещения по пожарной и взрывопожарной опасности? На основании какого нормативного документа осуществляется категорирование?
2. На какие категории делятся здания по пожарной и взрывопожарной опасности?
3. Как определить категорию помещения по пожарной и взрывопожарной опасности?
4. В каком случае помещение относится к категории А?
5. В каком случае помещение относится к категории Б?
6. В каком случае помещение относится к категории В1-В4?
7. В каком случае помещение относится к категории Г, Д?
8. Как определяется категория здания по пожарной и взрывопожарной опасности?
9. В каком случае здание относится к категории А?
10. В каком случае здание относится к категории Б?
11. В каком случае здание относится к категории В?
12. В каком случае здание относится к категории Г, Д?

## Практическая работа №11

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ПО ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

**Цель работы:** освоить методику определения категорий наружных установок по пожарной опасности.

#### Основные понятия

В соответствии с техническим регламентом пожарной безопасности (№123-ФЗ от 22.08.2008) и сводом правил СП 8.13130.2009 наружные установки по пожарной опасности подразделяются на следующие категории: повышенная взрывопожароопасность (АН); взрывопожароопасность (БН); пожароопасность (ВН); умеренная пожароопасность (ГН); пониженная пожароопасность (ДН) (табл.1).

Таблица 1

**Категории наружных установок по пожарной опасности**

<i>Категория наружной установки</i>	<i>Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной безопасности</i>
<b>АН</b> повышенная взрывопожароопасность	Установка относится к категории АН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С, вещества и (или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
<b>БН</b> взрывопожароопасность	Установка относится к категории БН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие пыли и (или) волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании пыле- и (или) паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30м от наружной установки)
<b>ВН</b> пожароопасность	Установка относится к категории ВН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) трудногорючие жидкости, твердые горючие и (или) материалы (в том числе пыли и (или) волокна, вещества и (или) материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом гореть, и если не реализуются критерии, позволяющие отнести установку к категории АН или БН (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ и (или) материалов превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)

<b>ГН</b> умеренная пожаро- опасность	Установка относится к категории ГН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и (или) материалы в горячем, раскаленном и (или) расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и (или) пламени, а также горючие газы, жидкости и (или) твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
<b>ДН</b> пониженная пожа- роопасность	Установка относится к категории ДН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии и если по перечисленным выше критериям она не относится к категории АН, БН, ВН или ГН

Определение категорий наружных установок следует осуществлять путем последовательной проверки их принадлежности к категориям, приведенным в таблице 1, от наиболее опасной (АН) к наименее опасной (ДН).

В случае, если из-за отсутствия данных представляется невозможным оценить величину пожарного риска, допускается использование вместо нее следующих критериев.

Для категорий АН и БН: горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) по ГОСТ 12.1.044, превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) и (или) расчетное избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5 кПа.

Для категории ВН: интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и (или) материалов, указанных для категории ВН, на расстоянии 30 м от наружной установки превышает  $4 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$

Горизонтальные размеры зон, ограничивающих газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, определяются в соответствии с приложением В технического регламента.

### **Выбор и обоснование расчетного варианта**

Выбор расчетного варианта следует осуществлять с учетом вероятности реализации и последствий тех или иных аварийных ситуаций. В качестве расчетного для вычисления критериев пожарной опасности для горючих газов и паров следует принимать вариант аварии, для которого произведение вероятности реализации этого варианта  $Q_w$  и расчетного избыточного давления ДР при сгорании газопаровоздушных смесей в случае реализации указанного варианта максимально, то есть:

$$G = Q_w \cdot \Delta P = \max \quad (1)$$

Расчет величины  $G$  производится следующим образом:

- рассматриваются различные варианты аварии и определяются из статистических данных или на основе ГОСТ 12.1.004-91 вероятности аварий со сгоранием газопаровоздушных смесей  $Q_{wi}$  для этих вариантов;
- для каждого из рассматриваемых вариантов определяются по изложенной

ниже методике значения расчетного избыточного давления  $\Delta P_i$ ;

- вычисляются величины  $G_i = Q_{wi} \cdot \Delta P_i$  для каждого из рассматриваемых вариантов аварии, среди которых выбирается вариант с наибольшим значением  $G_i$ ,
- в качестве расчетного для определения критериев пожарной опасности принимается вариант, в котором величина  $G_i$  максимальна. При этом количество горючих газов и паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается, исходя из рассматриваемого сценария аварии.

При невозможности реализации описанного выше метода в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газопаровоздушных смесей участвует наибольшее количество газов и паров, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей.

Количество поступивших веществ, которые могут образовывать горючие газовоздушные или паровоздушные смеси, определяется, исходя из следующих предпосылок:

1. Происходит расчетная авария одного из аппаратов;
2. Все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство;
3. Происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

- времени срабатывания систем автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (но не более 120 с);
- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;
- 300 с при ручном отключении.

4. Происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на горизонтальную поверхность определяется (при отсутствии справочных или иных экспериментальных данных), исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,10 м<sup>2</sup> а остальных жидкостей - на 0,15 м<sup>2</sup>;

5. Происходит также испарение жидкостей из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеекрашенных поверхностей:

6. Длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

## Метод расчета массы горючего газа, поступившего в окружающее пространство

Масса газа  $m$  (кг), поступившего в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле:

$$m = (V_a + V_T) \rho_G \quad (2)$$

где:  $V_a$  – объем газа, вышедшего из аппарата,  $\text{м}^3$ ;

$V_T$  – объем газа, вышедшего из трубопровода,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_G$  – плотность газа,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

При этом:

$$V_a = 0,01 P_1 + V_i \quad (3)$$

где  $P_1$  – давление в аппарате, кПа;

$V_i$  – объем аппарата,  $\text{м}^3$ .

Объем газа, вышедшего из трубопровода:

$$V_T = V_{1T} + V_{2T} \quad (4)$$

где  $V_{1T}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения,  $\text{м}^3$ ;

$V_{2T}$  – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения,  $\text{м}^3$ ;

$$V_{1T} = q * T \quad (5)$$

где  $q$  – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом,  $\text{м}^3 \text{с}^{-1}$ ;

$T$  – время, до отключения трубопроводов, с;

$$V_{2T} = 0,01 \pi * P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n) \quad (6)$$

где  $P_2$  – максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа;

$r$  – внутренний радиус трубопроводов, м;

$L$  – длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

## Метод расчета массы горючих паров, поступивших в пространство

Масса паров жидкости  $m$ , кг, поступивших в окружающее пространство при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесенным составом, открытые емкости и т. п.), определяется из выражения:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{пер}} \quad (7)$$

где  $m_p$  – масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;

$m_{\text{емк}}$  – масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;

$m_{\text{св.окр}}$  – масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен изменяемый состав, кг;

$m_{\text{пер}}$  – масса жидкости, испарившейся в окружающее пространство в случае ее перегрева, кг.

При этом каждое из слагаемых в формуле (7) определяют из выражения:

$$m = W * F * T \quad (8)$$

где  $W$  – интенсивность испарения,  $\text{кг} \text{с}^{-1} \text{м}^{-2}$ ;

$F$  – площадь испарения,  $\text{м}^2$ ;

$T$  – продолжительность поступления паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в окружающее пространство, с.

Величину  $m_{\text{пер}}$  определяют по формуле (при  $T_a > T_{\text{кип}}$ ):

$$m_{пер} = \min \left\{ 0,8m_n \frac{2C_p (T_a - T_{кип})}{L_{исп}} m_n \right\} \quad (9)$$

где  $m_n$  – масса вышедшей перегретой жидкости, кг

$C_p$  – удельная теплоемкость жидкости при температуре перегрева жидкости  $T_a$ , Дж кг<sup>-1</sup> К<sup>-1</sup>;

$T_a$  – температура перегретой жидкости в соответствии с технологическим регламентом в технологическом аппарате или оборудовании, К;

$T_{кип}$  – нормальная температура кипения жидкости, К;

$L_{исп}$  – удельная теплота испарения жидкости при температуре перегрева жидкости  $T_a$ , Дж\*кг<sup>-1</sup>.

Интенсивность испарения  $W$  определяется по справочным и экспериментальным данным. Для не нагретых ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать  $W$  по формуле:

$$W = 10^{-6} \sqrt{\dot{I}} \cdot \dot{E}_i \quad (10)$$

где  $M$  – молярная масса, г·моль<sup>-1</sup>;

$P_n$  – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, определяемое по справочным данным, кПа.

#### Метод расчета массы сжиженных углеводородных газов, поступивших в окружающее пространство

Для сжиженных углеводородных газов (СУГ) при отсутствии данных допускается рассчитывать удельную массу испарившегося СУГ  $m_{суг}$  (кг м<sup>-2</sup>) по формуле:

$$m_{суг} = \frac{M}{L_{исп}} \cdot (T_0 - T_{жс}) \left[ 2\lambda_{ТВ} \sqrt{\frac{t}{\pi \cdot \alpha}} + \frac{5.1\sqrt{Re} \cdot \lambda_B \cdot t}{d} \right] \quad (11)$$

где  $M$  – молярная масса СУГ, кг·моль<sup>-1</sup>;

$L_{исп}$  – молярная теплота испарения СУГ при начальной температуре  $T_{жс}$ , Дж·моль<sup>-1</sup>;

$T_0$  – начальная температура материала, на поверхность которого разливается СУГ, К;

$T_{жс}$  – начальная температура СУГ, К;

$\lambda_{ТВ}$  – коэффициент теплопроводности материала, на поверхность которого разливается СУГ, Вт·м<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>;

$t$  – текущее время, с, принимаемое равным времени полного испарения СУГ, но не более 3600 с;

$\lambda_B$  – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт·м<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>.

Коэффициент температуропроводности материала, на поверхность которого разливается СУГ, м<sup>2</sup> с<sup>-1</sup>:

$$a = \frac{\lambda_{мс}}{C_{мс} \cdot \rho_{мс}} \quad (12)$$

где  $C_{мс}$  – теплоемкость материала, на поверхность которого разливается СУГ, Дж·кг<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>;

$\rho_{мс}$  – плотность материала, на поверхность которого разливается СУГ, кг·м<sup>-3</sup>.

Число Рейнольдса определяют по зависимости:

$$\text{Re} = \frac{U \cdot d}{\nu_B} \quad (13)$$

где:  $U$  – скорость воздушного потока,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$  ;

$d = \sqrt{\frac{4F_i}{\nu}}$  – характерный размер пролива СУГ, м;

$\nu_e$  - кинематическая вязкость воздуха,  $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ .

Формула 11 справедлива для СУГ с температурой  $T_{ж} < T_{кип}$ . При температуре СУГ  $T_{ж} > T_{кип}$  дополнительно рассчитывается масса перегретых СУГ  $m_{пер}$  по формуле 9.

### **Метод расчета горизонтальных размеров зон, ограничивающих газо- и паровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, при аварийном поступлении горючих паров и газов ненагретых воспламеняющих жидкостей в открытое пространство**

Горизонтальные размеры зоны, м, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени ( $C_{нк.пр}$ ), вычисляют по формулам:

для горючих газов (ГГ):

$$R_{н.к.пр.} = 14,5632 \left[ \frac{m_g}{\rho_g \cdot C_{н.к.пр.}} \right]^{0,333} \quad (14)$$

для паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ):

$$R_{н.к.пр.} = 3,1501 \sqrt{K} \left[ \frac{P_n}{C_{н.к.пр.}} \right]^{0,333} \cdot \left[ \frac{m_p}{\rho_n \cdot P_n} \right] \quad (15)$$

где:  $m_g$  – масса поступивших в открытое пространство ГГ при аварийной ситуации, кг;

$\rho_g$  – плотность ГГ при расчетной температуре и атмосферном давлении,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$  ;

$m_p$  – масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, кг;

$\rho_n$  – плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;

$P_n$  – давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре, кПа;

$K$  – коэффициент, принимаемый равным  $K = \frac{\dot{Q}}{3600}$  для ЛВЖ;

$T$  - продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство, с;

$C_{н.к.пр}$  – нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров ЛВЖ, %.

Плотность газа или пара рассчитывают по формуле:

$$\rho_{g,n} = \frac{M}{V_0(1 + 0.00367t_p)} \quad (16)$$

где  $M$  – молярная масса,  $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$ ;

$V_0$  – мольный объем, равный  $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$ ;

$t_p$  – расчетная температура, °С.

В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры  $t_p$  по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61°С.

За начало отсчета горизонтального размера зоны принимают внешние габаритные размеры аппаратов, установок, трубопроводов и т.п. Во всех случаях значение  $R_{н.к.пр.}$  должно быть не менее 0,3 м для ГГ и ЛВЖ.

### **Метод расчета избыточного давления и импульса волны давления при сгорании смесей горючих газов и паров с воздухом в открытом пространстве**

Величину избыточного давления  $\Delta P$ , кПа, развиваемого при сгорании газопаровоздушных смесей, определяют по формуле:

где:  $P_0$  - атмосферное давление, кПа

$$\Delta P = P_0 \left[ \frac{0,8m_{пр}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{пр}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{пр}}{r^3} \right] \quad (17)$$

где  $P_0$  – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

$r$  – расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака, м;

$m_{пр}$  – приведенная масса газа или пара, кг. Приведенную массу газа или пара вычисляют по формуле:

$$m_{пр} = \left( \frac{Q_{сг}}{Q_0} \right) \cdot m \cdot Z \quad (18)$$

где  $Q_{сг}$  – удельная теплота сгорания газа или пара, Дж·кг<sup>-1</sup>;

$Z$  – коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который допускается принимать равным 0,1;

$Q_0$  – константа, равная 4,52 · 10<sup>6</sup> Дж·кг<sup>-1</sup>;

$m$  – масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварий в окружающее пространство, кг.

Величину импульса волны давления  $i$ , (Па с), вычисляют по формуле:

$$i = 123 \frac{m_{пр}^{0,66}}{r} \quad (19)$$

### **Метод расчета значений критериев пожарной опасности для горючих пылей**

В качестве расчетного варианта аварии для определения критериев пожарной опасности для горючих пылей следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в горении пылевоздушной смеси участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий такого горения.

Количество поступивших веществ, которые могут образовать горючие пылевоздушные смеси, определяется, исходя из предпосылки о том, что в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгер-

метизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в окружающее пространство находившейся в аппарате пыли.

Расчетная масса пыли, поступившей в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле:

$$M = M_{\text{вз}} + M_{\text{ав}} \quad (20)$$

где  $M$  – расчетная масса поступившей в окружающее пространство горючей пыли, кг;

$M_{\text{вз}}$  – расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

$M_{\text{ав}}$  – расчетная масса пыли, поступившей в результате аварийной, ситуации, кг.

Величину  $M_{\text{вз}}$  определяют по формуле:

$$M_{\text{вз}} = K_2 - K_{\text{вз}} - M_n \quad (21)$$

где  $K_2$  – доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$K_{\text{вз}}$  – доля отложенной вблизи аппарата пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. В отсутствие экспериментальных данных о величине  $K_{\text{вз}}$  допускается принимать  $K_{\text{вз}} = 0,9$ ;

$M_n$  – масса отложившейся вблизи аппарата пыли к моменту аварии, кг. Величину  $M_{\text{ав}}$  определяют по формуле:

$$M_{\text{ав}} = (M_{\text{ан}} + q \cdot T) K_n \quad (22)$$

где  $M_{\text{ан}}$  – масса горючей пыли, выбрасываемой в окружающее пространство при разгерметизации технологического аппарата, кг;

$q$  – производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения,  $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$ ,

$T$  – расчетное время отключения, с, которое следует принимать равным времени срабатывания системы автоматики; если вероятность ее отказа не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (но не более 120 с); 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов; 300 с при ручном отключении;

$K_n$  – коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение. В отсутствие экспериментальных данных о величине  $K_n$  допускается принимать: 0,5 – для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм; 1,0 – для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

Избыточное давление  $\Delta P$  для горючих пылей рассчитывается следующим образом:

1. Определяют приведенную массу горючей пыли (кг), по формуле:

$$m_{\text{пр}} = M \cdot Z \cdot \frac{H_{\text{T}}}{H_{\text{ТО}}} \quad (23)$$

где  $M$  – масса горючей пыли, поступившей в результате аварии в окружающее пространство, кг;

$Z$  – коэффициент участия пыли в горении, значение которого допускается принимать равным 0,1. В отдельных обоснованных случаях величина  $Z$  может быть снижена, но не менее чем до 0,02;

$H_{\text{T}}$  – теплота сгорания пыли,  $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;

$H_{\text{ТО}}$  – константа, принимаемая равной  $4,6 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

2. Вычисляют расчетное избыточное давление (кПа), по формуле:

$$\Delta P = P_0 \left[ \frac{0,8m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{r^3} \right] \quad (24)$$

где  $r$  – расстояние от центра пылевоздушного облака, м. Допускается отсчитывать величину  $r$  от геометрического центра технологической установки;  
 $P_0$  – атмосферное давление, кПа. Величину импульса волны давления  $i$  (Па·с), вычисляют по формуле:

$$i = 123 \frac{m_{\text{пр}}^{0,66}}{r} \quad (25)$$

### Метод расчета интенсивности теплового излучения

Интенсивность теплового излучения рассчитывают для двух случаев пожара (или для того из них, который может быть реализован в данной технологической установке):

- пожар проливов ЛВЖ, ГЖ или горение твердых горючих материалов (включая горение пыли);
- "огненный шар" – крупномасштабное диффузионное горение, реализуемое при разрыве резервуара с горючей жидкостью или газом под давлением с воспламенением содержимого резервуара.

Если возможна реализация обоих случаев, то при оценке значений критерия пожарной опасности учитывается наибольшая из двух величин интенсивности теплового излучения.

Интенсивность теплового излучения  $q$ , кВт м<sup>-2</sup>, для пожара пролива жидкости или при горении твердых материалов вычисляют по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau \quad (26)$$

где  $E_f$  – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт·м<sup>-2</sup>;  
 $F_q$  – угловой коэффициент облученности;  
 $\tau$  – коэффициент пропускания атмосферы.

Значение  $E_f$  принимается на основе имеющихся экспериментальных данных. Для некоторых жидких углеводородных топлив указанные данные приведены в таблице 2.

При отсутствии данных допускается принимать величину  $E_f$  равной: 100 кВт·м<sup>-2</sup> для СУГ, 40 кВт·м<sup>-2</sup> для нефтепродуктов, 40 кВт·м<sup>-2</sup> для твердых материалов.

Таблица 2

**Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени в зависимости от диаметра очага и удельная массовая скорость выгорания для некоторых жидких углеводородных топлив**

Топливо	$E_f = Bm^*m^2$					$M, \text{кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$
	$d=10$	$d=20$	$d=30$	$d=40$	$d=50$	
СПГ (Метан)	220	180	150	130	120	0,08
СУГ (Пропан-бутан)	80	63	50	43	40	0,10
Бензин	60	47	35	28	25	0,06
Дизельное топливо	40	32	25	21	18	0,04
Нефть	25	19	15	12	10	0,04

Примечание. Для диаметров очагов менее 10 м или более 50 м следует принимать величину  $E_f$  такой же, как и для очагов диаметром 10 м и 50 м соответственно

Рассчитывают эффективный диаметр пролива  $d$ , м, по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (27)$$

где  $F$  – площадь пролива,  $\text{м}^2$ .

Вычисляют высоту пламени  $H$ , м, по формуле:

$$H = 42d \left( \frac{m}{\rho_a \sqrt{gd}} \right)^{0.61} \quad (28)$$

где  $m$  – удельная массовая скорость выгорания топлива,  $\text{кг м}^{-2}\text{с}^{-1}$ ,

$\rho_a$  – плотность окружающего воздуха,  $\text{кг м}^{-3}$ ;

$g = 9,81 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$  – ускорение свободного падения.

Определяют угловой коэффициент облученности  $F_q$ , по формулам:

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2} \quad (29)$$

где  $F_v$ ,  $F_H$  – факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, определяемые с помощью выражений:

$$F_v = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{S} \arctg \left( \frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} \right) + \frac{h}{S} \left\{ \arctg \left( \sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{\hat{A}}{\sqrt{\hat{A}^2 - 1}} \arctg \left( \sqrt{\frac{(\hat{A}+1)(S-1)}{(\hat{A}-1)(S+1)}} \right) \right\} \right] \quad (30)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{(\hat{A}-1/S)}{\sqrt{B^2 - 1}} \arctg \left( \sqrt{\frac{(B+1)(S-1)}{(B-1)(S+1)}} \right) - \frac{(A-1/S)}{\sqrt{A^2 - 1}} \arctg \left( \sqrt{\frac{(A+1)(S-1)}{(A-1)(S+1)}} \right) \right] \quad (31)$$

$$A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2S} \quad (32)$$

$$B = \frac{(1 + S^2)}{2S} \quad (33)$$

$$S = 2r/d \quad (34)$$

$$P = 2P/d \quad (35)$$

где:  $r$  – расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м. Коэффициент пропускания атмосферы рассчитывают по формуле:

$$\tau = \exp(-7.0 \cdot 10^{-4} (r - 0.5d)) \quad (36)$$

Интенсивность теплового излучения  $q$ , кВт м<sup>-2</sup>, для "огненного шара" вычисляют по формуле 26.

Величину  $E_f$  определяют на основе имеющихся экспериментальных данных, Допускается принимать  $E_f$  равным 450 кВт м<sup>-2</sup>.

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4 \left[ \left( \frac{H}{D_s} + 0,5 \right)^2 + \left( \frac{r}{D_s} \right)^2 \right]^{1,5}} \quad (37)$$

где  $H$  – высота центра "огненного шара", м;

$D_s$  – эффективный диаметр "огненного шара", м;

$r$  – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром "огненного шара", м.

Эффективный диаметр "огненного шара"  $D_s$  определяют по формуле

$$D_s = 5,33 m^{0,327} \quad (38)$$

где  $m$  - масса горючего вещества, кг.

Величину  $H$  определяют в ходе специальных исследований. Допускается принимать величину  $H$  равной  $D_s / 2$ . Время существования "огненного шара"  $t_s$  с, определяют по формуле:

$$T_s = 0,92 m^{0,303} \quad (39)$$

Коэффициент пропускания атмосферы рассчитывают по формуле:

$$\tau = \exp \left[ -7,0 * 10^{-4} \left( \sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2} \right) \right] \quad (40)$$

### Метод расчета индивидуального риска

Настоящий метод применим для расчета величины индивидуального риска (далее по тексту - риска) на наружных установках при возникновении таких поражающих факторов, как избыточное давление, развиваемое при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей, и тепловое излучение при сгорании веществ и материалов.

Величину индивидуального риска  $R_B$  при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей рассчитывают по формуле:

$$R_B = \sum_{i=1}^n Q_{Bi} \cdot Q_{BIIi} \quad (41)$$

где  $Q_{Bi}$  – вероятность возникновения  $i$ -и аварии с горением газо-, паро-или пылевоздушной смеси на рассматриваемой наружной установке, 1/год;

$Q_{BIIi}$  – условная вероятность поражения человека, находящегося на заданном расстоянии от наружной установки, избыточным давлением при реализации указанной аварии  $i$ -го типа;

$n$  – количество типов рассматриваемых аварий.

Значения  $Q_{Bi}$  – определяют из статистических данных или на основе ГОСТ 12.1.004-91, а значение  $Q_{BIIi}$  вычисляют, исходя из массы горючих веществ, вышедших в атмосферу.

Величину индивидуального риска при возможном сгорании веществ и мате-

риалов, рассчитывают по формуле:

$$R_{\Pi} = \sum_{i=1}^n Q_{fi} \cdot Q_{\Pi i} \quad (42)$$

где:  $Q_{fi}$  – вероятность возникновения пожара на рассматриваемой наружной установке в случае аварии  $i$ -го типа, 1/год;

$Q_{\Pi i}$  – условная вероятность поражения человека, находящегося на заданном расстоянии от наружной установки, тепловым излучением при реализации аварии 1-го типа;

$n$  – количество типов рассматриваемых аварий.

Значения  $Q_{fi}$ , определяют из статистических данных или на основе ГОСТ 12.1.004-91. В формуле 42 допускается учитывать только одну наиболее неблагоприятную аварию, величина  $Q_f$  для которой принимается равной вероятности возникновения пожара на наружной установке по ГОСТ 12.1.004-91, а значение  $Q_{fi}$ , вычислять, исходя из массы горючих веществ, вышедших в атмосферу.

Условную вероятность  $Q_{ВПi}$  поражения человека избыточным давлением при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей на расстоянии  $r$  от эпицентра определяют следующим образом:

- вычисляют избыточное давление  $\Delta P$  и импульс волны давления  $i$ ;
- исходя из значений  $\Delta P$  и  $i$ , вычисляют величину "пробит" функцию  $Pr$ :

$$Pr = 5 - 0,261n(V) \quad (43)$$

$$V = \left( \frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left( \frac{290}{i} \right)^{9,3} \quad (44)$$

где  $\Delta P$  – избыточное давление, Па;

$i$  – импульс волны давления, Па с.

С помощью табл.3 определяют условную вероятность поражения человека. Например, при значении  $Pr = 2,95$  значение  $Q_{ВП} = 2 \% = 0,02$ , а при  $Pr = 8,09$  значение  $Q_{ВП} = 99,9 \% = 0,999$ .

Таблица 3

**Значения условной вероятности поражения человека в зависимости от величины  $Pr$**

Условную вероятность поражения человека тепловым излучением  $Q_{\Pi i}$ ,

Условная вероятность поражения, %	Величина $Pr$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,90	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

определяют следующим образом:

Рассчитывают величину  $P_r$  по формуле:

$$P_r = -14,9 + 2,56 \ln(tg^{1,33}) \quad (45)$$

где  $t$  – эффективное время экспозиции, с;

$q$  – интенсивность теплового излучения, кВт м<sup>-2</sup>

Величину  $t$  находят для пожаров проливов ЛВЖ, ГЖ и твердых материалов:

$$t = t_0 + \frac{x}{u} \quad (46)$$

где  $t_0$  – характерное время обнаружения пожара, с, (допускается принимать  $t = 5$  с);

$x$  – расстояние от места расположения человека до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает 4 кВт м<sup>-2</sup>, м

$u$  – скорость движения человека, м с<sup>-1</sup> (допускается принимать  $u = 5$  м с<sup>-1</sup>).

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание преподавателя. Недостающие данные принять самостоятельно.

2. Познакомиться с порядком расчета категорий наружных установок по пожарной опасности.

3. Определить категорию указанных наружных установок по пожарной опасности. Результаты представить в виде таблицы:

<i>Наименование установки</i>	<i>Условия производства, характеристика веществ и материалов</i>	<i>Категория наружной установки</i>
<b><i>Наружные установки объектов магистральных нефтепродуктопроводов</i></b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Открытые или под навесом площадки с магистральными и технологическими насосами при перекачке нефтепродуктов с температурой вспышки:		
28 °С и ниже	Перекачка бензина, смесей бензина с дизельным топливом	
выше 28 °С до 61 °С включительно	Перекачка дизельного топлива «3», керосина марок А, КО-20, КО-22, КО-25, топлива для реактивных двигателей	
выше 61 °С	Перекачка дизельного топлива	
Открытые или под навесом площадки с узлами задвижек при перекачке нефтепродуктов с температурой вспышки:		
28 °С и ниже	Транспортировка бензина, смесей бензина с дизтопливом	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

выше 28 °С до 61 °С включительно	Транспортировка дизельного топлива «З», керосина марок А, КО-20, КО-22, КО-25, топлива для реактивных двигателей марок Т-1, Т-2, Т-5, Т-8	
выше 61 °С	Транспортировка дизельного топлива «Л»	
Технологические резервуары для нефтепродуктов с температурой вспышки:		
28 °С и ниже	Прием, хранение и отпуск бензина, смесей бензина с дизельным топливом	
выше 28 °С до 61 °С включительно	Прием, хранение и отпуск дизельного топлива «З», керосина марок А, КО-20, КО-22, КО-25, топлива для реактивных двигателей марок	
выше 61 °С	Прием, хранение и отпуск дизельного топлива «Л»	
2 Железнодорожные сливно-наливные эстакады, групповые или одиночные сливно-наливные устройства для нефтепродуктов	Слив и/или отгрузка бензина и дизельного топлива	
Эстакады, групповые или одиночные устройства для налива в автомобильные цистерны нефтепродуктов с температурой вспышки:		
28 °С и ниже	Отгрузка бензина	
выше 28 °С до 61 °С включительно	Отгрузка дизельного топлива «З», керосина марок А, КО-20, КО-22, КО-25, топлива для реактивных двигателей марок Т-1, Т-2, Т-5, Т-8	
выше 61 °С	Отгрузка дизельного топлива	
Площадки для узлов пуска и приема поточных средств (диагностических, очистных и др. устройств)	Наличие светлых нефтепродуктов	
Площадки для узлов учета нефтепродуктов	То же	
Нефтеловушка	Улавливание из сточных вод смесей легковоспламеняющихся и горючих нефтепродуктов	
1	2	3

Площадки для сварочных работ	Выделение искр расплавленного металла	
Площадки для стоянки автомобилей и аварийно-восстановительной техники	Наличие ЛВЖ, ГЖ и твердых горючих материалов	
Сооружения топливораздаточных пунктов (ТЗП) и автозаправочных станций (АЗС):		
Топливораздаточные колонки для бензина	Заправка автомобилей легковоспламеняющимися жидкостями с температурой вспышки ниже 28 °С	
Топливораздаточные колонки для дизельного топлива	Заправка автомобилей ЛВЖ и ГЖ с температурой вспышки 48 °С и выше	
Площадки для автоцистерн	Слив легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в резервуары хранения	
Аварийные резервуары	Аварийное хранение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	

4. Расчетным путем определить категорию наружной установки по пожарной опасности.

<i>Вариант</i>	<i>Наружная установка</i>	<i>Масса, т</i>
<i>Резервуарный парк</i>		
1	Бензин	10
2	Керосин	5
3	Бензол	5
<i>Ректификационная колонна</i>		
4	Нефть	10
5	Нефть	5

5. Рассчитать пожарные риски.

6. Оформить отчет.

7. Ответить на контрольные вопросы.

#### **Контрольные вопросы**

1. На какие категории делятся наружные установки по пожарной опасности?
2. Как определить категорию наружной установки по пожарной опасности?
3. В каком случае установка относится к категории АН?
4. В каком случае установка относится к категории БН?
5. В каком случае установка относится к категории ВН?
6. В каком случае установка относится к категории ГН?
7. В каком случае установка относится к категории ДН?

## Практическая работа №12

### ВЫБОР АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

**Цель работы:** изучить виды установок автоматического пожаротушения и выполнить расчет автоматической установки пожаротушения

#### Основные понятия

*Автоматическая установка пожаротушения (АУПТ)* – установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне.

По способу приведения в действие установок пожаротушения (выпуску огнетушащих веществ) они подразделяются на: ручные (с ручным способом приведения в действие); автоматические. При этом, все автоматические установки пожаротушения (кроме спринклерных) могут приводиться в действие ручным и автоматическим способами. Спринклерные установки пожаротушения приводятся в действие исключительно автоматически.

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

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

- по конструктивному исполнению – на спринклерные, дренчерные, агрегатные, модульные;
- по виду огнетушащего вещества – на водяные, пенные, газовые, порошковые.

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

По способу пуска установки пожаротушения классифицируются:

- автоматическая установка пожаротушения с дублирующим ручным пуском (местным и (или) дистанционным);
- автоматическая установка пожаротушения без дублирующего ручного пуска;
- ручная установка пожаротушения (с местным и (или) дистанционным пус-

ком).

По способу тушения – на установки:

- объемного пожаротушения; пожаротушения по площади;
- локального пожаротушения (по объему, по площади).

По виду огнетушащего средства – на установки:

- водяного пожаротушения (спринклерная, дренчерная, лафетными стволами);
- пенного пожаротушения (спринклерная, дренчерная);
- порошкового пожаротушения;
- газового (СО, хладонового, азотного, парового и др.); пожаротушения;
- аэрозольного пожаротушения.

### ***Установки водяного и пенного пожаротушения***

Автоматические установки водяного пожаротушения подразделяются по типу оросителей на спринклерные и дренчерные. Спринклерные установки подразделяют по типу заполнения подводящего питательного и распределительного трубопроводов водой или воздухом на:

- водозаполненные (для отапливаемых помещений);
- воздушные (для неотапливаемых помещений);

Дренчерные установки по виду привода подразделяют на:

- электрические;
- гидравлические;
- пневматические;
- механические;
- комбинированные.

Установки по времени срабатывания подразделяют на:

- быстросрабатывающие – продолжительность срабатывания не более 3 с;
- среднеинерционные – продолжительность срабатывания не более 30 с;
- инерционные – продолжительность срабатывания свыше 30 с, но не более 180 с.

По продолжительности действия установки подразделяют на:

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

Автоматические установки пенного пожаротушения классифицируются по:

- конструктивному исполнению;
- виду привода;
- времени срабатывания;
- способу тушения;
- продолжительности действия;
- кратности пены.

Установки пенного пожаротушения по конструктивному исполнению подразделяют, как и водяного, на спринклерные и дренчерные в зависимости от типа оросителей. Дренчерные установки по виду привода также подразделяют на электрические, гидравлические, пневматические, механические и комбинированные.

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

Установки по способу тушения подразделяют на:

- установки пожаротушения по площади;
- установки объемного пожаротушения.

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

По продолжительности действия установки подразделяют на:

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

Установки по кратности пены подразделяют на:

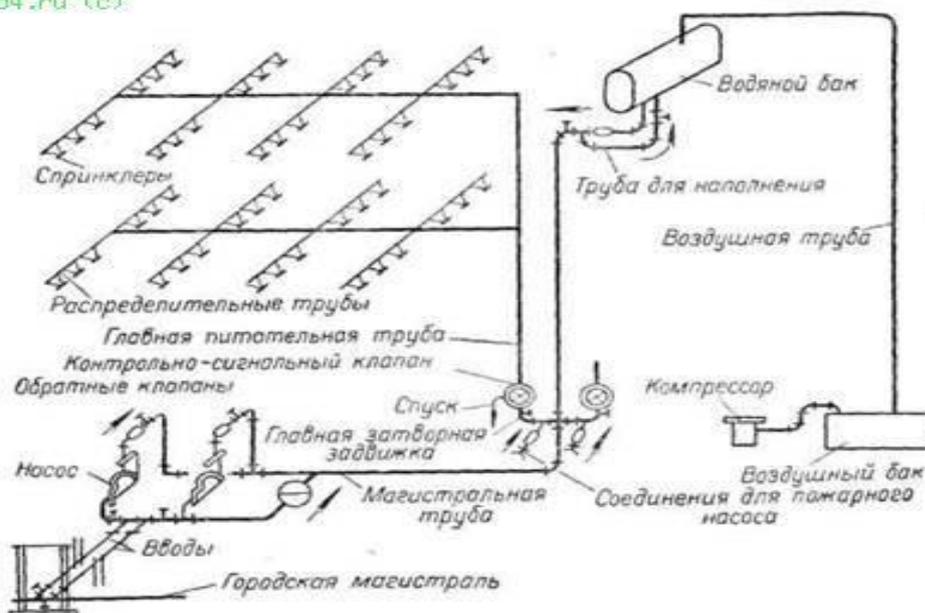
- установки пожаротушения пеной низкой кратности (от 5 до 20);
- установки пожаротушения пеной средней кратности (свыше 20, но не более 200).
- установки пожаротушения пеной высокой кратности (свыше 200).

### ***Спринклерные установки***

Спринклерные установки представляют собой разветвленную сеть трубопроводов, расположенных под потолком или под перекрытием здания и снабженных спринклерами (оросителями), водопитателем и контрольно-сигнальной аппаратурой. Важнейшей частью установки являются спринклеры. Выходное отверстие в спринклерной головке в нормальных условиях закрыто легкоплавким замком. При повышении температуры сплав, удерживающий части замка, расплавляется, замок распадается на части, открывая выход огнегасящему веществу. Обычно температура плавления припоя  $72^{\circ}$ . Вскрытие хотя бы одного спринклера приведет к перемещению воды в системе, которая поднимает тарелку клапана в контрольно-сигнальном аппарате, в результате открывается путь воде к электро-сигналу.

В качестве огнетушащего вещества в спринклерных установках может применяться вода или воздушно-механическая пена. Применяется для локального тушения пожара по площади.

WS-54.ru (с)

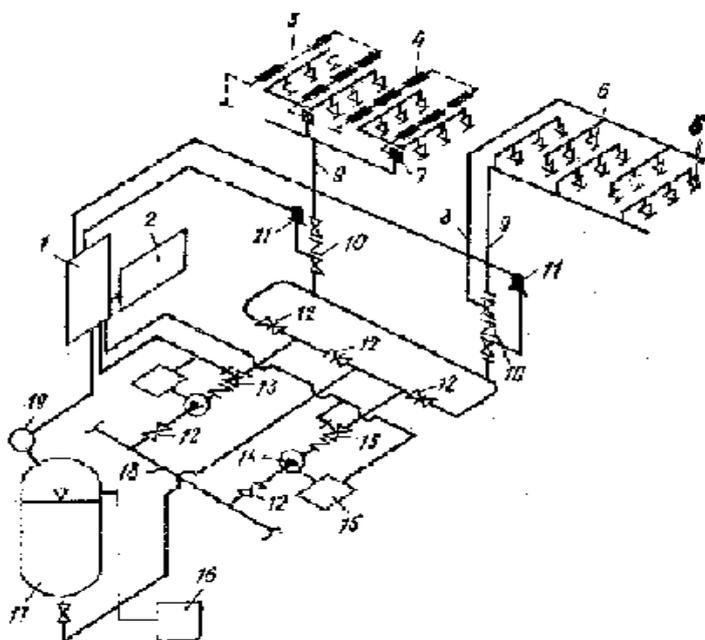


**Рис. 1** Общая схема спринклерной установки

**Дренчерные**

## установки

Дренчерные установки представляют развернутую сеть трубопроводов, снабженную дренчерами (водораспылителями) и контрольно-сигнальной аппаратурой.



**Рис. 2** Принципиальная схема дренчерной установки пожаротушения

1 - щит управления; 2 - приемная станция пожарной сигнализации; 3 - распределительный трубопровод; 4 - тросовый замок; 5 - дренчер; 6 - спринклер на побудительной сети; 7 - клапан побудительный тросовый; 8 - побудительная сеть; 9 - питающий трубопровод; 10 - клапан группового действия; 11 - сигнализатор давления универсальный; 12 - нормально открытая задвижка; 13 - задвижка с электромагнитным приводом; 14 - насос; 15 - электродвигатель; 16 - компрессор; 17 - пневмобак; 18 - водопровод; 19 - ЭКМ

**Дренчеры** – водопитатели с открытыми отверстиями для выхода воды. В обычное время выход воды в сеть трубопровода закрыт клапаном группового действия. Для ввода клапана в действие устанавливается пусковое устройство. Дренчерные установки используются для защиты проемов, устраиваемых в технологических цехах в стенах смежных помещений, когда необходимо разделить помещение цеха на участки, чтобы не допускать перехода огня из одной части помещения в другую, а также для тушения пожара по площади помещения. Положительным качеством этой установки является то, что ее можно эксплуатировать на открытом воздухе, т.к. система не заполнена водой.

### **Расчет установок водяного автоматического пожаротушения**

Расчет установок пожаротушения водой, пеной низкой и средней кратности производится на основании данных таблиц 1 и 2.

Диаметры трубопроводов установок следует определять гидравлическим расчетом, при этом скорость движения воды и раствора пенообразователя в трубопроводах должна составлять не более 10м/с.

Диаметры всасывающих трубопроводов установок следует определять гидравлическим расчетом, при этом скорость движения воды в трубопроводах должна составлять не более 2,8м/с.

Гидравлический расчет трубопроводов следует выполнять при условии водоснабжения этих установок только от основного водопитателя.

Давление узла управления должно быть не более 1,0 МПа.

Расчетный расход воды раствора пенообразователя  $Q_{d, л \cdot с^{-1}}$  через ороситель (генератор) следует определять по формуле 1.

$$Q_d = \kappa \sqrt{H} \quad (1)$$

где  $\kappa$  – коэффициент производительности оросителя (генератора), принимаемый по технической документации на изделие;

$H$  – свободный напор перед оросителем (генератором), м вод. ст.

Минимальный свободный напор для оросителей (спринклерных, дренчерных) с условным диаметром выходного отверстия:

$d_v = 8...12$  мм – 5 м вод. ст.,

$d_v = 15...20$  мм – 10 м вод. ст.

Максимальный допустимый напор для оросителей (спринклерных, дренчерных) 100 м вод. ст.

Потери напора на расчетном участке трубопроводов  $H_1$ , м, определяются по формуле

$$H_1 = \frac{Q^2}{B} \quad (2)$$

где  $Q$  – расход воды, раствора пенообразователя на расчетном участке трубопровода, л·с<sup>-1</sup>;

$B$  – характеристика трубопровода, определяется по формуле

$$B = \frac{\kappa_1}{l} \quad (3)$$

где  $\kappa_1$  – коэффициент, принимается по таблице 1;

$l$  – длина расчетного участка трубопровода, м.

Потери напора в узлах управления установок  $H_2$ , м, определяются по формуле

$$H_2 = e \cdot Q^2 \quad (4)$$

где  $e$  – коэффициент потерь напора в узле управления, принимается по технической документации на клапаны;

$Q$  – расчетный расход воды, раствора пенообразователя через узлы управления, л·с<sup>-1</sup>.

Объем раствора пенообразователя  $V_1$ , м<sup>3</sup>, при объемном пожаротушении определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{k_2 \cdot V}{k_3} \quad (5)$$

где  $k_2$  – коэффициент разрушения пены, принимается по таблице ;

$V$  – геометрический объем защищаемого помещения, м<sup>3</sup>;

$k_3$  – кратность пены.

Таблица 1

<i>Горючие материалы защищаемого производства</i>	<i>Коэффициент разрушения пены, <math>k_2</math></i>	<i>Продолжительность работы установки, мин</i>
Твердые	3	25
Жидкие	4	15

Число одновременно работающих генераторов пены  $n_1$  определяется по формуле:

$$n_1 = \frac{V_1}{Q_d \cdot \tau} \quad (6)$$

где  $Q_d$  – производительность одного генератора по раствору пенообразователя,  $\text{м}^3 \cdot \text{мин}^{-1}$ ;

$\tau$  – продолжительность работы установки с пеной средней кратности, мин, принимается по табл.1

Таблица 2

Группа помещений	Интенсивность орошения, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ , не менее		Максимальная площадь, контролируемая одним спринклерным оросителем или тепловым замком побудительной системы, $\text{м}^2$	Площадь для расчета расхода воды, растворителя, $\text{м}^2$	Продолжительность работы установок водяного пожаротушения, мин	Максимальное расстояние между спринклерными оросителями или легкоплавающими замками, м
	водой	раствором пенообразователя				
1	0,08	-	12	120	30	4
2	0,12	0,08	12	240	60	4
3	0,24	0,12	12	240	60	4
4.1	0,3	0,15	12	360	60	4
4.2	-	0,17	9	360	60	3
5	-	-	9	180	60	3
6	-	-	9	180	60	3
7	-	-	9	180	-	3

Таблица 3

**Группы помещений (производств и технологических процессов) по степени опасности развития пожаров зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки сгораемых материалов**

Группа помещений	Перечень характерных помещений, производств, технологических процессов
1	Помещения книгохранилищ, библиотек, цирков, хранения сгораемых музейных ценностей, фондохранилищ, музеев и выставок, картинных галерей, концертных и киноконцертных залов, ЭВМ, магазинов, зданий управлений, гостиниц, больниц
2	Помещения деревообрабатывающего, текстильного, трикотажного, текстильно-галантерейного, табачного, обувного, кожевенного, мехового, целлюлозно-бумажного и печатного производств; окрасочных, пропиточных, малярных, смесеприготовительных, обезжиривания, консервации и расконсервации, промывки деталей с применением ЛВЖ и ПК; производства ваты, искусственных и пленочных материалов; швейной промышленности; производств с применением резинотехнических изделий; предприятий по обслуживанию автомобилей; гаражи и стоянки, помещения категории В3 (пожарная нагрузка 181 - 1400 МДж/м <sup>2</sup> )
3	Помещения для производства резинотехнических изделий
4.1	Помещения для производства горючих натуральных и синтетических волокон, окрасочные и сушильные камеры, участки открытой окраски и сушки; краскоприготовительных, лакоприготовительных, клееприготовительных с применением ЛВЖ и ГЖ, помещения категории В2 (пожарная нагрузка 1400 - 2200 МДж/м <sup>2</sup> )

4.2	Машинные залы компрессорных станций, станций регенерации, гидрирования, экстракции и помещения других производств, перерабатывающих горючие газы, бензин, спирты, эфиры и другие ЛВЖ и ГЖ, помещения категории В 1 (пожарная нагрузка более 2200 МДж/м <sup>2</sup> )
5	Склады несгораемых материалов в сгораемой упаковке. Склады трудносгораемых материалов
6	Склады твердых сгораемых материалов, в том числе резины, РТИ, каучука, смолы
7	Склады лаков, красок, ЛВЖ, ГЖ

### ***Расчет установки пенного пожаротушения***

Определяется расчетный объем  $V$  (м<sup>3</sup>) защищаемого помещения или объем локального пожаротушения. За расчетный объем помещения принимается его внутренний геометрический объем, за исключением величины объема сплошных (непроницаемых) строительных несгораемых элементов (колонны, балки, фундаменты и т. д.).

Выбирается тип и марка генератора пены высокой кратности и устанавливается его производительность по пене  $q$  (дм<sup>3</sup>·мин<sup>-1</sup>).

Определяется расчетное количество генераторов пены высокой кратности

$$n = \frac{aV10^3}{q\tau K} \quad (7)$$

где  $a$  – коэффициент объемного разрушения пены;

$\tau$  – максимальное время заполнения пеной объема защищаемого помещения, мин;

$K$  – кратность пены.

Для помещений высотой более 7,5 м  $a = 5$ , для помещений высотой менее 7,5 м  $a = 3$ . Максимальное время заполнения пеной объема защищаемого помещения принимается не более 10 мин.

Определяется производительность системы по раствору пенообразователя, м<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup>:

$$Q = \frac{nq}{60 \cdot 10^3} \quad (8)$$

По технической документации на пенообразователь устанавливается объемная концентрация пенообразователя в растворе  $c$  (%).

Определяется расчетный объем пенообразователя, м<sup>3</sup>:

$$V_{пен} = c * Q * \tau * 10^2 * 60 \quad (9)$$

### ***Установки порошкового пожаротушения***

Основными классификационными характеристиками автоматических установок порошкового пожаротушения являются конструктивное исполнение, способ хранения вытесняющего газа в корпусе модуля (емкости), инерционность, быстродействие, время действия, способ тушения; вместимости единичного, корпуса модуля (емкости). По конструктивному исполнению АУПТ подразделяют на:

- модульные;
- агрегатные.

По способу хранения вытесняющего газа в корпусе модуля (емкости) АУПТ подразделяются на:

- закачные;

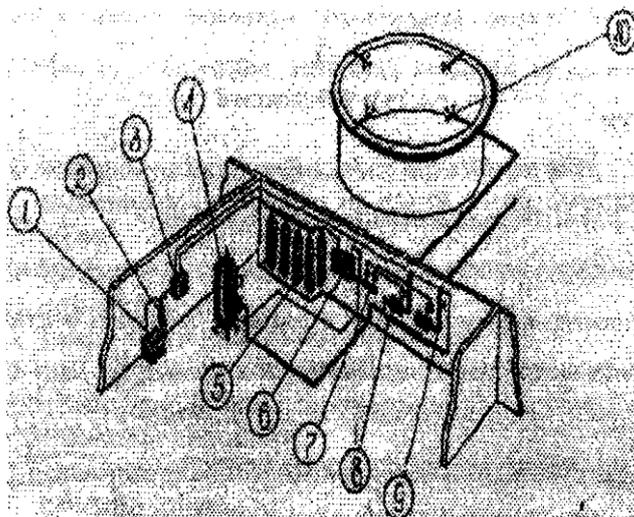
- с газогенерирующим (пиротехническим) элементом;
- с баллоном сжатого или сжиженного газа.

По инерционности АУПТ подразделяют на:

- малоинерционные, с инерционностью не более 3 с;
- средней инерционности, с инерционностью от 3 до 180 с;
- повышенной инерционности, с инерционностью более 180с.

По быстродействию АУПТ подразделяют на следующие группы:

- Б-1 с быстродействием до 1 с;
- Б-2 с быстродействием от 1 до 10 с;
- Б-3 с быстродействием от 10 до 30 с;
- Б-4 с быстродействием более 30 с.



**Рис. 3. Порошковая установка**

1 - зарядная станция ЗСМ; 2 - баллон-ресивер; 3 - распределитель воздуха; 4 - емкость для хранения порошка; 5 - батарея азотная; 6 - блок редукторов; 7 - распределитель пусковой; 8 - трубопровод порошка к оросителям; 9 - сигнализатор давления универсальный; 10 - насадок групповой конический.

По времени действия (продолжительности подачи огнетушащего порошка) АУПТ подразделяют на:

- быстрого действия – импульсные (И), с временем действия до 1с;
- кратковременного действия (КД-1), с временем действия от 1 до 15с;
- кратковременного действия (КД-2), с временем действия более 15с.

По способу тушения АУПТ подразделяют на:

- установки объемного тушения;
- поверхностного тушения;
- локального тушения по объему.

По вместимости единичного корпуса модуля (емкости) АУПТ подразделяют:

- модульные установки – от 0,2 до 250л;
- быстрого действия – импульсные (И) – от 0,2 до 50л; кратковременного действия – от 2 до 250л;
- агрегатные установки – от 250 до 5000л.

Огнетушащие порошки делят на две классификационные группировки: огнетушащие порошки общего назначения и целевого назначения(специальные).

Огнетушащие порошки общего назначения используются для тушения твердых, жидких, газообразных веществ и материалов, а также установок под электронапряжением (пожары классов А, В, С, Е)

Огнетушащие порошки целевого назначения используются при тушении металлов, отдельных видов горючих жидкостей и т.п.

В зависимости от функционального назначения, способа подачи и дисперсности огнетушащие порошки делятся на два вида:

- поверхностного тушения;
- объемного тушения.

В настоящее время применяются автоматические установки порошкового пожаротушения импульсные – УППИ.

Применяются для тушения пожаров в закрытых помещениях локальным и объемным способами, с помощью МИП или БИП.

МИЛ – модуль импульсный порошковый – это баллон (сосуд) с устройством для выпуска и распыления порошкового состава.

БИП – батарея (блок, группа МИП) соединенных между собой модулей.

МИП и БИП являются исполнительными элементами. Способ пуска должен быть электрическим или пневмоэлектрическим.

В установках объемного пожаротушения МИП размещают на ограждающих конструкциях, перекрытиях, покрытиях.

В установках порошкового пожаротушения импульсных используются порошки типа «Пирант-А» и его аналоги ГОАП, П4АП, а также порошок ПСБ -3.

УППИ применяются для тушения пожаров классов А, за исключением: материалов, способных гореть без доступа воздуха, горючих материалов, склонных к самовозгоранию и тлеющих; В; С, кроме водорода, электроустановок под напряжением до 5кВ. В порошковых установках применяются мелкозернистые сухие порошковые составы типа ПСБ-3, Пирант-А, которые изготовлены на основе бикарбоната натрия и фосфатов аммония.

При возникновении пожара срабатывает пожарный извещатель. Извещатель подает сигнал на ячейку управления, где он преобразуется и включает головку затвор и сигнал пожарной тревоги. При включении головки-затвора сжатый газ из баллона по газопроводу поступает через редуктор в сосуд с порошковым составом. Происходит рыхление порошка и постепенное повышение давления. Включается пусковой клапан, и сжатый газ поступает в исполнительный механизм пневмоклапана, который открывает подачу порошка через оросители на очаг горения.

В качестве распределителей порошкового состава используются специальные порошковые распылители диафрагменного или диффлекторного типа.

### ***Расчет установок порошкового пожаротушения***

1. Исходными данными для расчета и проектирования установок являются:

- геометрические размеры помещения (объем, площадь ограждающих конструкций, высота);
- площадь открытых проемов в ограждающих конструкциях;
- рабочая температура, давление и влажность в защищаемом помещении;

- перечень веществ, материалов, находящихся в помещении, и показатели их пожарной опасности, соответствующий им класс пожара, тип, величина и схема распределения пожарной нагрузки;
- наличие и характеристика систем вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления;
- характеристика и расстановка технологического оборудования;
- категория помещений по и классы зон по ПУЭ;
- наличие людей и пути их эвакуации;
- техническая документация на модули.

2. Расчет установки включает определение:

- количества модулей, предназначенных для тушения пожара;
- времени эвакуации персонала при его наличии;
- времени работы установки;
- необходимого запаса порошка, модулей, комплектующих;
- типа и необходимого количества извещателей (при необходимости) для обеспечения срабатывания установки, сигнально-пусковых устройств, источников питания для запуска установки.

### ***Методика расчета количества модулей для модульных установок порошкового пожаротушения***

#### ***Тушение всего защищаемого объема***

Количество модулей для защиты объема помещения определяется по формуле

$$N = \frac{V_n}{V_H} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \quad (10)$$

где  $N$  – количество модулей, необходимое для защиты помещения, шт.;

$V_n$  – объем защищаемого помещения, м<sup>3</sup>;

$V_H$  – объем, защищаемый одним модулем выбранного типа, определяется по технической документации (далее по тексту приложения – документация) на модуль, м<sup>3</sup> (с учетом геометрии распыла – формы и размеров защищаемого объема, заявленного производителем);  $k_1 = 1, 2$  – коэффициент неравномерности распыления порошка. При размещении насадков – распылителей на границе максимально допустимой (по документации на модуль) высоты  $k_1 = 1, 2$  или определяется по документации на модуль;

$k_2$  – коэффициент запаса, учитывающий, затененность возможного очага загорания, зависящий от отношения площади, затененной оборудованием  $S_3$ , к защищаемой площади  $S_y$ , и определяется как  $k_2 = 1 + 1,33 \frac{S_3}{S_6}$  – при  $\frac{S_3}{S_6} \leq 0,15$ ,

$S_3$  – площадь затенения – определяется как площадь части защищаемого участка, где возможно образование очага возгорания, к которому движение порошка от насадка-распылителя по прямой линии преграждается непроницаемыми для порошка элементами конструкции.

При  $\frac{S_3}{S_6}$  рекомендуется установка дополнительных модулей непосред-

ственно в затененной зоне или в положении, устраняющем затенение; при выполнении этого условия  $k_2$  принимается равным 1;

$k_3$  – коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне по сравнению с бензином А-76. Определяется по таблице 4. При отсутствии данных определяется экспериментально по методикам ВНИИПО МЧС России;

$k_4$  – коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения.  $k_4 = 1 + B \cdot F_{нег} / F$ , где  $F_{нег} = F_e / F_{ном}$  – отношение суммарной площади негерметичности (проемов, щелей)  $F$  к общей поверхности помещения  $F_{ном}$ , коэффициент  $B$  определяется по рисунку 4.

$F_{нег}$  – площадь негерметичности в нижней части помещения;

$F_e$  – площадь негерметичности в верхней части помещения,

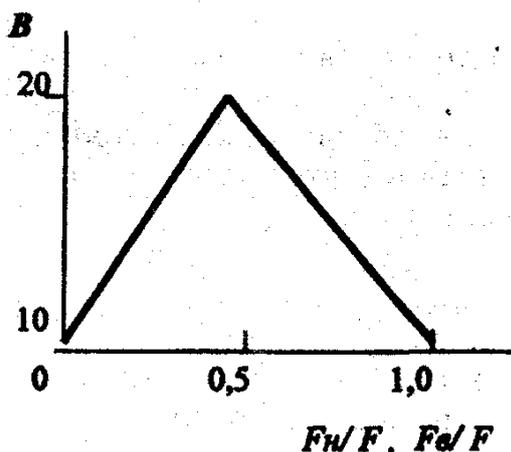
$F$  – суммарная площадь негерметичностей (проемов, щелей).

Для установок импульсного пожаротушения коэффициент  $B$  может определяться по документации на модули.

#### **Локальное пожаротушение по объему**

Расчет ведется аналогично, как и при тушении по всему объему. Локальный объем  $V_H$ , защищаемый одним модулем, определяется по документации на модули (с учетом геометрии распыла – формы и размеров локального защищаемого объема, заявленного производителем), а защищаемый объем  $V_3$  определяется как объем объекта, увеличенный на 15%.

При локальном тушении по объему принимается  $k_4 = 1,3$  допускается принимать другие значения  $k_4$ , приведенные в документации на модуль.



**Рис.4.** График для определения коэффициента  $B$  при расчете коэффициента  $K_4$

#### **Пожаротушение по всей площади**

Количество, модулей, необходимое для пожаротушения по площади защищаемого помещения, определяется по формуле

$$N = \frac{S_0}{S_1} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (11)$$

где  $N$  – количество модулей, шт.;

$S_y$  – площадь защищаемого помещения, ограниченная ограждающими конст-

рукциями, стенами, м<sup>2</sup>;

$S_H$  – площадь, защищаемая одним модулем, определяется по документации на модуль м<sup>2</sup> (с учетом геометрии распыла – размеров защищаемой площади, заявленной производителем).

Значения коэффициентов определяются в соответствии с разделом 1, значение коэффициента  $k_4$  принимается равным 1,2; допускается принимать другие значения  $k$  приведенные в документации на модуль.

### ***Локальное пожаротушение по площади***

Расчет ведется аналогично, как и при пожаротушении по площади. При этом принимается:  $S$  - локальная площадь, защищаемая одним модулем, определяется по документации на модуль (с учетом геометрии распыла – формы и размеров локальной защищаемой площади, заявленной производителем), а защищаемая площадь  $S_v$  определяется как площадь объекта, увеличенная на 10%.

При локальном тушении по площади принимается  $k_4 = 1,3$ ; допускается принимать другие значения  $k_4$ , приведенные в документации на модуль или обоснованные в проекте.

В качестве  $S_H$  может приниматься площадь максимального ранга очага класса В, тушение которого обеспечивается данным модулем (определяется по документации на модуль м<sup>2</sup>). В случае получения при расчете количества модулей дробных чисел за окончательное число принимается следующее по порядку большее целое число.

При защите по площади, с учетом конструктивных и технологических особенностей защищаемого объекта (с обоснованием в проекте), допускается запуск модулей по алгоритмам, обеспечивающим позонную защиту. В этом случае за защищаемую зону принимается часть площади выделенной проектными (проезды и т.п.) или конструктивными (негорючие стены, перегородки и т. п.) решениями работа установки при этом должна обеспечивать нераспространение пожара за пределы защищаемой зоны, рассчитываемой с учетом инерционности установки и скоростей распространения пожара (для конкретного вида горючих материалов).

Таблица 4

### ***Коэффициент сравнительной эффективности огнетушащих порошков и веществ***

<b><i>№ п/п</i></b>	<b><i>Вещество</i></b>	<b><i>Порошки для тушения пожаров класса А, В, С</i></b>	<b><i>Порошки для тушения пожаров класса В, С</i></b>
1	Бензин А-76	1	0,9
2	Дизельное топливо	0,9	0,8
3	Трансформаторное масло	0,8	0,8
4	Бензол	1,1	1
5	Изопропанол	1,2	1,1
6	Древесина	1,0(2,0)	-
7	Резина	1,0(1,5)	-

### *Установки газового пожаротушения*

Под автоматическими установками газового пожаротушения (АУГП) понимается совокупность стационарных технических средств пожаротушения для тушения очагов пожара за счет автоматического выпуска газового огнетушащего вещества.

В основе классификации АУГП лежат их конструктивные особенности и физико–химические свойства огнетушащего вещества.

По конструктивному исполнению АУГП двух типов:

- централизованные;
- модульные.

Централизованной автоматической установкой газового пожаротушения считается установка, содержащая батареи (модули) с газовым огнетушащим составом, размещенные в станции пожаротушения и предназначенные для защиты двух и более помещений. При этом модуль пожаротушения – устройство в корпусе которого совмещены функции хранения и подачи газового огнетушащего состава при воздействии пускового импульса на привод модуля, а батарея газового пожаротушения – группу модулей, объединенных общим устройством ручного пуска, позволяет осуществлять выпуск газового огнетушащего состава из группы или отдельных модулей.

Модульной установкой пожаротушения является АУГП, состоящая из одного или нескольких модулей, способных самостоятельно выполнять функцию пожаротушения неразмещенных в защищаемом помещении или рядом с ним. Модульной установкой пожаротушения называется любая не трубопроводная автоматическая установка пожаротушения, предусматривающая размещение емкости с огнетушащим веществом и пусковым устройством непосредственно в защищаемом помещении.

Для хранения газовых огнетушащих составов применяются баллоны и изотермические резервуары различной емкости. Изотермические резервуары используются в составе автоматических установок газового пожаротушения для хранения двуокиси углерода, азота или аргона в сжиженном состоянии, а также для их подачи.

Изотермический резервуар АУГП представляет собой сосуд (баллон, цистерну и т.п.), снабженный холодильным агрегатом или реконденсатором.

Газовый огнетушащий состав (ГОС) – огнетушащее вещество, которое при тушении пламени находится в газообразном состоянии и представляет собой индивидуальное химическое соединение или смесь из них.

В зависимости от механизма тушения подразделяет газовые огнетушащие составы на две квалификационные группировки: инертные разбавители, снижающие содержание кислорода в зоне горения и образующие в ней инертную среду (инертные газы – двуокись углерода, азот, гелий, аргон и их смеси); ингибиторы, тормозящие процесс горения (галоидоуглеводороды и их смеси с инертными газами).

В зависимости от применяемых газовых огнетушащих составов, установки подразделяются на установки азотного, парового, углекислотного и хладонового пожаротушения.

Конструктивные характеристики АУГП определяются также инерционностью установки и продолжительностью подачи газовых огнетушащих составов.

Таблица 5

<i>Сжиженные газы</i>	<i>Сжатые газы</i>
Двуокись углерода (CO <sub>2</sub> )	Азот (N <sub>2</sub> )
Хладон 23 (CF <sub>3</sub> H)	Аргон (Ar)
Хладон 125 (C <sub>2</sub> F <sub>5</sub> H)	Инертен:
Хладон 218 (C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> )	азот - 52 % (об.)
Хладон 227ea (C <sub>3</sub> F <sub>7</sub> H)	аргон - 40 % (об.)
Хладон 318Ц (C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> Ц)	двуокись углерода - 8 % (об.)
Шестифтористая сера (SF <sub>6</sub> )	

Инерционность (без учета времени задержки выпуска газового огнетушащего состава) модуля не должна превышать 2с, а установки в целом – 15с.

Время выпуска в защищаемое помещение расчетной массы газового огнетушащего состава, предназначенной для тушения пожара, не должно превышать:

- для модульных АУГП, применяющих сжиженные газы (кроме CO<sub>2</sub>), – 10с;
- для централизованных АУГП, применяющих сжиженные газы (кроме CO<sub>2</sub>), – 15с;
- для АУГП, применяющих сжатые газы и CO<sub>2</sub>, – 60 с .

По способу тушения АУГП подразделяются на установки:

- объемного (во всем помещении);
- локального (местного); комбинированного тушения.

Для АУГП предусматриваются следующие виды включения (пуска):

- автоматический(основной); ручные (дистанционный и местный).

По способу включения от пускового импульса АУГП подразделяются:

- с электрическим;
- пневматическим;
- механическим пуском;
- комбинированный.

Наиболее распространенным видом огнетушащего вещества в установках газового пожаротушения является углекислота (CO<sub>2</sub>), также могут использоваться инертные газы (азот, аргон и др.) и хладоновые составы. Они применяются для тушения пожара как в закрытых помещениях, так и на открытых установках.

Автоматическая установка газового пожаротушения применяется в виде батарей газового пожаротушения (рис.5), предназначенных для защиты двух и более помещений, или модулей (баллон, сосуд) с устройством для распыления газового состава находящихся непосредственно в защищаемом помещении или рядом с ним.

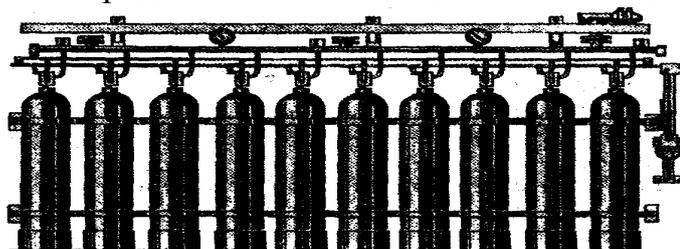


Рис. 5. Автоматическая установка газового пожаротушения

АУГП применяется для локального и объемного тушения пожаров классов

А, В, С и электрооборудования.

АУГП не должны применяться для тушения пожаров:

- волокнистых, сыпучих, пористых, склонных к самовозгоранию и (или) тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок и др.);
- гидридов металлов и пирофорных веществ;
- порошков щелочных металлов.

В качестве огнетушащего состава могут применяться следующие составы и газы:

- хладон 125 ( $C_2F_5H$ );
- шестифтористая сера ( $SF_6$ );
- диоксид углерода ( $CO_2$ );
- азот;
- аргон.

### ***Установки углекислотного пожаротушения ПО-73***

Для приведения в действие установки служит пусковая батарея со сжатым воздухом. Электрический сигнал от извещателя при возгорании в помещении поступает на пусковую установку, при этом срабатывают выпускные клапаны пусковой батареи, и сжатый воздух по трубопроводам поступает к батарее с огнетушащим веществом, открывая их выпускные клапаны, через которые огнетушащее вещество по трубопроводам через насадки равномерно заполняет весь объем помещения. Огнетушащее вещество - двуокись углерода высокого давления.

Приведенная выше область применения не ограничивается только судами, данные установки с успехом применяются и в зданиях различного функционального назначения.

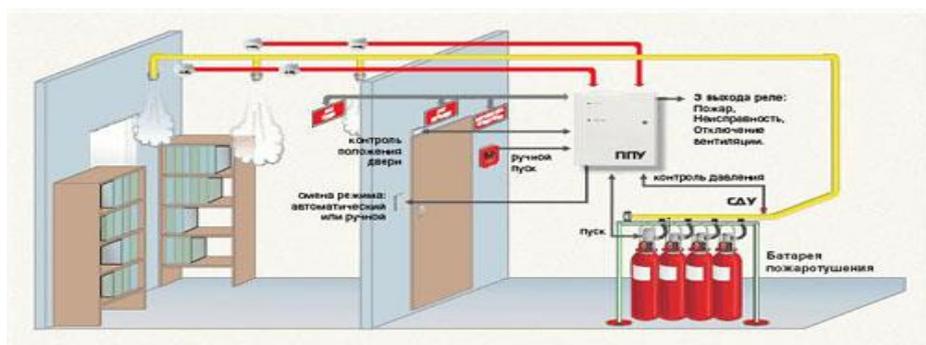
Разновидностью автоматической установки газового пожаротушения является модуль МГП-2 М.

### ***Модуль газовый пожарный МГП-2***

Модуль применяется для объемного пожаротушения, используется в составе автоматической системы газового тушения для защиты отдельных помещений:

- с электронным оборудованием;
- музеев, книгохранилищ, библиотек;
- окрасочных камер, помещений с наличием легковоспламеняющихся горючих жидкостей.

В качестве огнетушащего вещества в модуле используется хладон 1 14-В2. На рис. 6 приведена принципиальная схема газовой установки.



***Рис. 6. Автоматическая газовая установка пожаротушения***

Г

азовая установка состоит из станции пожаротушения, магистральных и распределительных трубопроводов. Система автоматического пуска имеет извещатели, приемную станцию, исполнительные органы, линии связи.

При повышении концентрации дыма в помещении извещатели срабатывают и выдают импульс на приемную станцию, происходит подрыв пиропатронов клапанов распределительного устройства и головки затвора ГЗ пускового баллона батареи. Через вскрывшуюся головку ГЗ сжатый воздух под давлением из пускового баллона батареи поступает в секционный коллектор и вскрывает мембранные головки рабочих баллонов. Огнетушащий состав через головки поступает в секционный коллектор, открывает запорный клапан ЗК-32 и через клапан распределительного устройства по заданному направлению поступает в магистральный трубопровод, затем к выпускным насадкам.

### *Расчет установок газового пожаротушения*

1. Среднее за время подачи двуокиси углерода давление в изотермическом резервуаре  $p_m$ , МПа, определяется по формуле

$$p_m = 0,5 * (p_1 + p_2) \quad (12)$$

где  $p_1$  – давление в резервуаре при хранении двуокиси углерода, МПа;

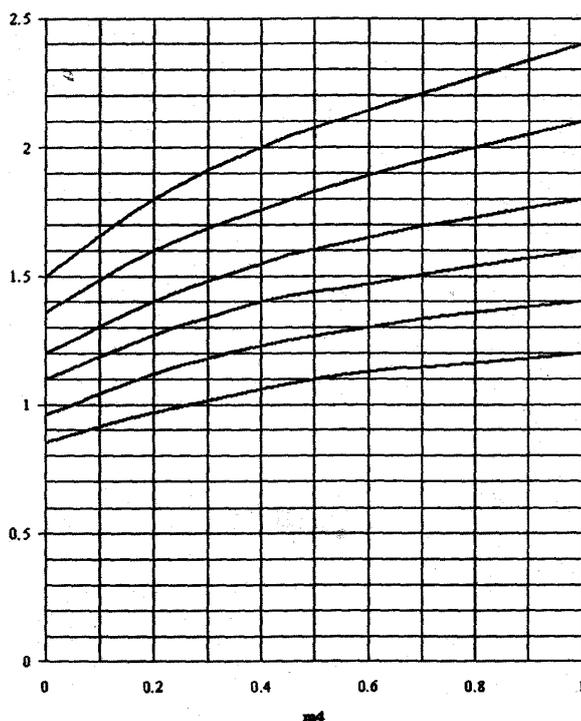
$p_2$  – давление в резервуаре в конце выпуска расчетного количества двуокиси углерода, МПа, определяется по рисунку 7.

2. Средний расход двуокиси углерода  $Q_m$ , кг·с<sup>-1</sup>, определяется по формуле

$$Q_m = \frac{m}{t} \quad (13)$$

где  $m$  – расчетное количество двуокиси углерода, кг;

$t$  – нормативное время подачи двуокиси углерода, с.



**Рис. 7.** График для определения давления в изотермическом резервуаре в конце выпуска расчетного количества двуокиси углерода

3. Внутренний диаметр питающего (магистрального) трубопровода  $d$ , м, определяется по формуле

$$d_i = 9.6 \cdot 10^{-3} \cdot \left[ (k_4)^{-2} \cdot (Q_m)^2 \cdot l_1 \right]^{0.19} \quad (14)$$

где  $k_4$  – множитель, определяется по таблице 6;

$l_1$  – длина питающего (магистрального) трубопровода по проекту, м.

Таблица 6

$P_m$ , МПа	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4
Множитель $k_4$	0,68	0,79	0,85	0,92	1,0	1,09

4. Среднее давление в питающем (магистральном) трубопроводе в точке ввода его в защищаемое помещение рассчитываются из уравнения

$$p_3(p_4) = 2 + 0,568 \cdot \ln \left[ 1 - \frac{2 \cdot 10^{-11} \cdot (Q_m)^2 \cdot l_2}{(d_i)^{5,25} \cdot (k_4)^2} \right] \quad (15)$$

где  $l_2$  – эквивалентная длина трубопроводов от изотермического резервуара до точки, в которой определяется давление, м:

$$l_2 = l_1 + 69 \cdot d_i^{1,25} \cdot \zeta \quad (16)$$

где  $\zeta$  – сумма коэффициентов сопротивления фасонных частей трубопроводов.

5. Среднее давление составляет

$$p'_m = 0,5 \cdot (P_3 + P_4) \quad (17)$$

$P_3$  – давление в точке ввода питающего (магистрального) трубопровода в защищаемое помещение, МПа;

$P_4$  – давление в конце питающего (магистрального) трубопровода, МПа.

6. Средний расход через насадок  $Q'_m$ , кг·с<sup>-1</sup>, определяется по формуле

$$Q'_m = 4,1 \cdot 10^3 \cdot \mu \cdot k_5 \cdot A_3 \cdot \sqrt{\exp(1,76 \cdot p_m)} \quad (18)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода через насадок;

$A_3$  – площадь выпускного отверстия насадка, м<sup>2</sup>;

$k_5$  – коэффициент распределяемый по формуле

$$k_5 = 0,93 + \frac{0,93}{1,025 - 0,5 \cdot p_m} \quad (19)$$

7. Количество насадков  $\zeta_1$  определяется по формуле  $\zeta_1 = Q_m / Q'_m$ .

8. Внутренний диаметр распределительного трубопровода  $d'_i$  м, рассчитывается из условия  $d'_i \geq 1,4d \sqrt{\zeta_1}$ , где  $d$  – диаметр выпускного отверстия насадка.

### **Установки аэрозольного пожаротушения**

Применяемые в стационарных автоматических установках объемного аэрозольного пожаротушения генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОА) на основе твердотопливных аэрозолеобразующих огнетушащих составов подразделяются по следующим параметрам: размерам, образующейся при работе ГОА зоны с температурами более 400<sup>0</sup>С, конструктивному исполнению ГОА, способу приведения в действие ГОА.

По размеру образующейся при работе ГОА зоны с температурами более 400<sup>0</sup>С, ГОА подразделяют на: 1-й тип – генераторы, имеющие размеры зоны более 250мм; 2-й тип – генераторы, имеющие размеры зоны от 50 до 250мм; 3-й тип – генераторы, имеющие размеры зоны не более 50мм.

По конструктивному исполнению ГОД подразделяют на:

- снаряженные узлом пуска;
- не снаряженные узлом пуска.

По способу приведения в действие ГОД подразделяют на:

- запускаемые от электрического сигнала; запускаемые от теплового сигнала;
- с комбинированным пуском.

Аэрозольный огнетушащий состав установок аэрозольного пожаротушения получают при сжигании твердотопливной композиции (ТТК) окислителя и восстановителя. В качестве окислителя обычно, используются неорганические соединения щелочных металлов преимущественно нитрат ( $KNO_3$ ) и перхлорат калия, в качестве горючего-восстановителя – органические (эпоксидный идиол и т.п.). Эти ТТК могут гореть без доступа воздуха.

Образуемый в качестве продукта сгорания аэрозоль состоит из газовой фазы (преимущественно диоксид углерода) и взвешенной копированной фазы в виде тончайшего порошка, аналогичного огнетушащим порошкам на основе хлорида и карбоната калия. ДОС отличается от обычных порошков значительно большей дисперсностью (примерно в 50 раз), поэтому заранее изготавливать и хранить порошок с размером частиц  $10^{-6}$  м из-за склонности к слеживанию практически невозможно. Благодаря высокой дисперсности огнетушащая способность ДОС в 5-8 раз превышает огнетушащую способность порошков и хладонов более чем на порядок двуокиси углерода и азота.

#### 1. Расчет массы заряда.

1.1. Суммарная масса заряда аэрозолеобразующего состава, необходимая для ликвидации (тушения) пожара объемным способом в помещении заданного объема и негерметичности, определяется по формуле

$$M_{АОС} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot q_H \cdot V \quad (20)$$

где  $V$  – объем защищаемого помещения,  $m^3$ ;

$q_H$  – нормативная огнетушащая способность для того материала или вещества, находящегося в защищаемом помещении, для которого значение  $q_H$  является наибольшим (величина  $q_H$  должна быть указана в технической документации на генератор),  $кг \cdot м^3$ ;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения аэрозоля по высоте помещения;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий влияние негерметичности защищаемого помещения;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей в аварийном режиме эксплуатации;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей при различной их ориентации в пространстве.

Коэффициенты уравнения (20) определяются следующим образом:

Коэффициент  $K_1$  принимается равным:

$K_1 = 1,0$  при высоте помещения не более 3,0 м;

$K_1 = 1,15$  при высоте помещения от 3,0 до 5,0 м;

$K_1 = 1,25$  при высоте помещения от 5,0 до 8,0 м;

$K_1 = 1,4$  при высоте помещения от 8,0 до 10 м.

Коэффициент  $K_2$  определяется по формуле

$$K_2 = 1 + U^* - \tau_n \quad (21)$$

где  $U^*$  – определенное по таблице значение относительной интенсивности подачи аэрозоля при данных значениях параметра негерметичности  $\delta$  и параметра распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения  $\psi$ ,  $c^{-1}$ ,  $\tau_n$  – размерный коэффициент, с.

Значение  $\tau_n$  принимается равным 6с;  $\delta$  – параметр негерметичности защищаемого помещения, определяемый как отношение суммарной площади постоянно открытых проемов  $\sum F$  к объему защищаемого помещения  $v$ ,  $\delta = \frac{\sum F}{v}$ ,  $m^{-1}$ ,

$\Psi$  – параметр распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения, определяемый как отношение площади постоянно открытых проемов, расположенных в верхней половине защищаемого помещения  $F_{в}$ , к суммарной площади постоянно открытых проемов помещения,  $\psi = \frac{F_{в}}{\sum F} \cdot 100, \% V$

Коэффициент  $K_3$  принимается равным:  $K_3=1,5$  – для кабельных сооружений;  $K_3 = 1,0$  – для других сооружений.

Коэффициент  $K_4$  принимается равным 1,15 – при расположении продольной оси кабельного сооружения под углом более  $45^0$  к горизонту (вертикальные, наклонные кабельные коллекторы, туннели, коридоры и кабельные шахты);  $K_4 = 1,0$  – в остальных случаях.

При определении расчетного объема защищаемого помещения  $V$  объем оборудования, размещаемого в нем, из общего объема не вычитается. При наличии данных натурных испытаний в защищенном помещении по тушению горючих материалов конкретными типами генераторов, проведенных по методике, согласованной с ФГУ ВНИИПО МЧС России, суммарная масса зарядов аэрозолеобразующих составов (АОС) для защиты заданного объема помещения может определяться с учетом результатов указанных испытаний.

2. Определение необходимого общего количества генераторов в установке.

2.1. Общее количество генераторов  $N$  должно определяться следующим условием: сумма масс зарядов ДОС всех генераторов, входящих в установку, должна быть не меньше суммарной массы зарядов ДОС, вычисленной по формуле (22):

$$\sum_{i=1}^{i=N} m_{ГОАi} \geq M_{АОС} \quad (22)$$

где  $m_{ГОАi}$  – масса заряда ДОС в одном генераторе, кг.

2.2. При наличии в АУАП однотипных генераторов, общее количество ГОД должно определяться по формуле:

$$N \geq \frac{M_{АОС}}{m_{ГОА}} \quad (23)$$

Полученное дробное значение  $N$  округляется в большую сторону до целого числа.

2.3. Рекомендуется общее количество генераторов  $N$  откорректировать в сторону увеличения с учетом вероятности срабатывания применяемых генерато-

ров для обеспечения заданной заказчиком надежности установки.

### 3. Определение алгоритма пуска генераторов.

3.1. Пуск генераторов может производиться одновременно (одной группой) или, с целью снижения избыточного давления в помещении, несколькими группами без перерывов в подаче огнетушащего аэрозоля.

Количество генераторов в группе  $n$  определяется из условия соблюдения требований пп.3.2 и 3.3.

3.2. Во время работы каждой группы генераторов относительная интенсивность подачи аэрозоля должна удовлетворять условию  $U > U^*$ .

Где  $U$  – относительная интенсивность подачи аэрозоля (отношение интенсивности подачи огнетушащего аэрозоля к нормативной огнетушащей способности аэрозоля для данного типа генераторов,  $U = J/q_H$ ),  $c^{-1}$ ;

$J$  – интенсивность подачи огнетушащего аэрозоля в защищаемое помещение (отношение суммарной массы заряда ДОС в группе генераторов установки к времени ее работы и объему защищаемого помещения),  $кг \cdot м^{-3} \cdot c^{-1}$ .

3.3. Избыточное давление в течение всего времени работы установки определяется и не должно превышать предельно допустимого давления в помещении (с учетом остекления). Если требования пп.3.2 и 3.3 выполнить не представляется возможным, то применение установки аэрозольного пожаротушения в данном случае запрещается.

Количество групп генераторов  $J$  определяется из условия, чтобы общее количество их в установке было не меньше определенного в пп.2.1-2.3.

### 4. Определение уточненных параметров установки.

4.1. Параметры установки после определения количества групп генераторов  $J$  и количества генераторов в группе  $n$  подлежат уточнению по формулам:

$$N^* = \sum_{j=1}^J \sum_{i=n}^n n_i \geq N \quad (24)$$

$$M_{AOC}^* = \sum m_{ГОА} \geq M_{AOC} \quad (25)$$

$$\tau_{АУАП}^* = \sum_{J=1}^J \tau_{ГРJ} \quad (26)$$

где  $\tau_{АУАП}^*$  – время работы установки (промежуток времени от момента подачи сигнала на пуск установки до окончания работы последнего генератора), с;

$t_{рj}$  – время работы группы генераторов (промежуток времени от момента подачи сигнала на пуск генераторов данной группы до окончания работы последнего генератора этой группы), с.

4.2. Во избежание превышения давления в помещении выше предельно допустимого необходимо провести поверочный расчет давления при использовании установки с уточненными параметрами на избыточное давление в помещении. Если полученное в результате поверочного расчета давление превысит предельно допустимое, то необходимо увеличить время работы установки, что может быть достигнуто увеличением количества групп генераторов  $J$  при соответствующем уменьшении количества генераторов в группе  $n$  и (или) применением генераторов

с более длительным временем работы. Далее необходимо провести расчет уточненных параметров установки.

#### 5. Определение запаса генераторов.

Установка, кроме расчетного количества генераторов, должны иметь 100% запас (по каждому типу ГОД). При наличии на объекте нескольких установок аэрозольного пожаротушения запас генераторов предусматривается в количестве, достаточном для восстановления работоспособности установки, сработавшей в любом из защищаемых помещений объекта.

Таблица 7

Параметр негерметичности $\delta, м^{-1}$	Относительная интенсивность подачи аэрозоли в помещение $U^*, с^{-1}$ , при параметре распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения $\psi, \%$											
	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,000	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050
0,001	0,0056	0,0061	0,0073	0,0098	0,0123	0,0149	0,0173	0,0177	0,0177	0,0148	0,0114	0,0091
0,002	0,0063	0,0073	0,0096	0,0146	0,0195	0,0244	0,0291	0,0299	0,0299	0,0244	0,0176	0,0132
0,003	0,0069	0,0084	0,0119	0,0193	0,0265	0,0337	0,0406	0,0416	0,0416	0,0336	0,0237	0,0172
0,004	0,0076	0,0095	0,0142	0,0240	0,0334	0,0428	0,0516	0,0530	0,0530	0,0426	0,0297	0,0211
0,005	0,0082	0,0106	0,0164	0,0286	0,0402	0,0516	0,0623	0,0639	0,0639	0,0513	0,0355	0,0250
0,006	0,0089	0,0117	0,0187	0,0331	0,0468	0,0602	0,0726	0,0745	0,0745	0,0597	0,0413	0,0288
0,007	0,0095	0,0128	0,0209	0,0376	0,0532	0,0685	0,0826	0,0847	0,0847	0,0679	0,0469	0,0326
0,008	0,0101	0,0139	0,0231	0,0420	0,0596	0,0767	0,0923	0,0946	0,0946	0,0759	0,0523	0,0362
0,009	0,0108	0,0150	0,0254	0,0463	0,0658	0,0846	0,1016	0,1042	0,1042	0,0837	0,0577	0,0399
0,010	0,0114	0,0161	0,0275	0,0506	0,0719	0,0923	0,1107	0,1135	0,1135	0,0912	0,0630	0,0434
0,011	0,0120	0,0172	0,0297	0,0549	0,0779	0,0999	0,1195	0,1224	0,1224	0,0985	0,0681	0,0470
0,012	0,0127	0,0183	0,0319	0,0591	0,0838	0,1072	0,1281	0,1311	0,1311	0,1057	0,0732	0,0504
0,013	0,0133	0,0194	0,0340	0,0632	0,0896	0,1144	0,1363	0,1396	0,1396	0,1126	0,0781	0,0538
0,014	0,0139	0,0205	0,0362	0,0673	0,0952	0,1214	0,1444	0,1477	0,1477	0,1194	0,0830	0,0572
0,015	0,0146	0,0216	0,0383	0,0713	0,1008	0,1282	0,1522	0,1557	0,1557	0,1260	0,0878	0,0605
0,016	0,0152	0,0227	0,0404	0,0753	0,1062	0,1349	0,1598	0,1634	0,1634	0,1324	0,0924	0,0638
0,017	0,0158	0,0237	0,0425	0,0792	0,1116	0,1414	0,1672	0,1709	0,1709	0,1386	0,0970	0,0670
0,018	0,0165	0,0248	0,0446	0,0831	0,1169	0,1477	0,1744	0,1781	0,1781	0,1448	0,1015	0,0702
0,019	0,0171	0,0259	0,0467	0,0870	0,1220	0,1540	0,1814	0,1852	0,1852	0,1507	0,1059	0,0733
0,020	0,0177	0,0269	0,0487	0,0908	0,1271	0,1600	0,1882	0,1921	0,1921	0,1565	0,1103	0,0764
0,021	0,0183	0,0280	0,0508	0,0945	0,1321	0,1660	0,1948	0,1988	0,1988	0,1622	0,1145	0,0794
0,022	0,0190	0,0291	0,0528	0,0982	0,1370	0,1718	0,2012	0,2053	0,2053	0,1677	0,1187	0,0824
0,023	0,0196	0,0301	0,0549	0,1019	0,1418	0,1775	0,2075	0,2116	0,2116	0,1731	0,1228	0,0854
0,024	0,0202	0,0312	0,0569	0,1055	0,1465	0,1830	0,2136	0,2178	0,2178	0,1784	0,1268	0,0883
0,025	0,0208	0,0322	0,0589	0,1091	0,1512	0,1885	0,21%	0,2238	0,2238	0,1836	0,1308	0,0911
0,026	0,0214	0,0333	0,0609	0,1126	0,1558	0,1938	0,2254	0,2297	0,2297	0,1886	0,1347	0,0940
0,027	0,0221	0,0343	0,0629	0,1161	0,1603	0,1990	0,2311	0,2354	0,2354	0,1935	0,1385	0,0968
0,028	0,0227	0,0354	0,0648	0,1195	0,1647	0,2041	0,2366	0,2410	0,2410	0,1984	0,1423	0,0995
0,029	0,0233	0,0364	0,0668	0,1229	0,1691	0,2092	0,2420	0,2464	0,2464	0,2031	0,1459	0,1022
0,030	0,0239	0,0375	0,0687	0,1263	0,1734	0,2141	0,2473	0,2517	0,2517	0,2077	0,1496	0,1049
0,031	0,0245	0,0385	0,0707	0,1296	0,1776	0,2189	0,2525	0,2569	0,2569	0,2122	0,1531	0,1075
0,032	0,0251	0,0395	0,0726	0,1329	0,1817	0,2236	0,2575	0,2619	0,2619	0,2166	0,1567	0,1102
0,033	0,0258	0,0406	0,0745	0,1362	0,1858	0,2282	0,2625	0,2669	0,2669	0,2210	0,1601	0,1127
0,034	0,0264	0,0416	0,0764	0,1394	0,1898	0,2327	0,2673	0,2717	0,2717	0,2252	0,1635	0,1153
0,035	0,0270	0,0426	0,0783	0,1426	0,1938	0,2372	0,2720	0,2764	0,2764	0,2294	0,1668	0,1178
0,036	0,0276	0,0436	0,0802	0,1458	0,1977	0,2415	0,2766	0,2810	0,2810	0,2334	0,1701	0,1203
0,037	0,0282	0,0446	0,0820	0,1489	0,2015	0,2458	0,2811	0,2855	0,2855	0,2374	0,1734	0,1227
0,038	0,0288	0,0457	0,0839	0,1520	0,2053	0,2500	0,2855	0,2899	0,2899	0,2413	0,1766	0,1251
0,039	0,0294	0,0467	0,0857	0,1550	0,2090	0,2541	0,2898	0,2943	0,2943	0,2451	0,1797	0,1275
0,040	0,0300	0,0477	0,0876	0,1580	0,2127	0,2582	0,2940	0,2985	0,2985	0,2489	0,1828	0,1298

## Выбор автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации

Здания, сооружения и помещения подлежат оборудованию АУПТ в том случае, если они включены в перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками тушения и обнаружения пожара в соответствии с нормами пожарной безопасности НПБ-110-03.

Тип автоматической установки тушения пожара, способ тушения (по объему, по площади, локальный), вид огнетушащих средств (вода, пена, аэрозоль, порошок, газ) определяется в зависимости от технологических особенностей защищаемых зданий и помещений.

Таблица 8

### Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками тушения и обнаружения пожара

Объект защиты	АУПТ	АУПС
	Нормативный показатель	
1	2	3
<b>Помещения складского назначения</b>		
1. Категории А и Б по взрывопожарной опасности (кроме помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна)	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
2. Для хранения каучука, целлулоида и изделий из него, спичек, щелочных металлов, пиротехнических изделий.	Независимо от площади	
3. Для хранения шерсти, меха и изделий из него; фото, кино, аудио пленки на горючей основе	То же	
4. Категории В1 по пожарной опасности (кроме указанных в п.п. 3.2, 3.3 и помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна) при их размещении в этажах:		
4.1. В цокольном и подвальном	То же	
4.2. В надземных	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
5. Категорий В2-В3 по пожарной опасности (кроме указанных в п.п. 2, 3 и помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна) при их размещении в этажах:		
5.1. В цокольном и подвальном	То же	То же
5.2. В надземных	1000 м <sup>2</sup> и более	Менее 1000 м <sup>2</sup>
<b>Производственные помещения</b>		
6. Категории А и Б по взрывопожарной опасности с обращением: легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, горючих пылей и волокон (кроме указанных в п. 11 и помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна)	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
7. С наличием щелочных металлов при размещении в этажах:		
7.1. В цокольном	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
7.2. В надземных	500 м <sup>2</sup> и более	Менее 500 м <sup>2</sup>
8. Категории В1 по пожарной опасности (кроме помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна) при размещении в этажах:		
8.1. В цокольном и подвальном	Независимо от площади	
8.2. В надземных (кроме указанных в пп. 11-18)	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>
9. Категории В2-В3 по пожарной опасности (кроме указанных в п. 10-18 и помещений, расположенных в зданиях и сооружениях по переработке и хранению зерна) при их размещении в этажах:		
9.1. В цокольном и подвальном:		
9.1.1. Не имеющие выходов непосредственно наружу	300 м <sup>2</sup> и более	Менее 300 м <sup>2</sup>

1	2	3
9.1.2. При наличии выходов непосредственно наружу	700 м <sup>2</sup> и более	Менее 700 м <sup>2</sup>
9.2. В надземных	1000 м <sup>2</sup> и более	Менее 1000 м <sup>2</sup>
10. Маслоподвалы	Независимо от площади	
11. Помещения приготовления: суспензии из алюминиевой пудры, резиновых клеев; на основе ЛВЖ и ГЖ: лаков, красок, клеев, мастик, пропиточных составов; помещения окрасочных, полимеризации синтетического каучука, компрессорных с газотурбинными двигателями, огневых подогревателей нефти. Помещения с генераторами с приводом от двигателей, работающих на жидком топливе.	Независимо от площади	
12. Помещения высоковольтных испытательных залов, помещения экранированные горючими материалами.	То же	
<b>Помещения связи</b>		
13. Вентиляционные, трансформаторные помещения, помещения разделительных устройств: передающих радиостанций мощностью передатчиков 150 кВт и выше, приемных радиостанций с числом приемников от 20, стационарных станций космической связи с мощностью передающего устройства более 1 кВт, ретрансляционных телевизионных станций мощностью передатчиков 25-50 кВт, сетевых узлов, междугородных и городских телефонных станций, телеграфных станций, оконечных усилительных пунктов и районных узлов связи.		Независимо от площади
14. Необслуживаемые и обслуживаемые без вечерних и ночных смен: технические цехи оконечных усилительных пунктов, промежуточных радиорелейных станций, передающих и приемных радиоцентров.	Независимо от площади	
15. Необслуживаемые аппаратные базовых станций сотовой системы подвижной радиосвязи и аппаратные радиорелейных станций сотовой системы подвижной радиосвязи	24 м <sup>2</sup> и более	Менее 24 м <sup>2</sup>
16. Помещения главных касс, помещения бюро контроля переводов и зональных вычислительных центров почтамтов, городских и районных узлов почтовой связи общим объемом зданий:		
16.1. 40 тыс. м <sup>3</sup> и более	То же	
16.2. Менее 40 тыс. м <sup>3</sup>		То же
17. Автозалы АТС, где устанавливается коммутационное оборудование квазиэлектронного и электронного типов совместно с ЭВМ, используемой в качестве управляющего комплекса, устройствами ввода-вывода, помещения электронных коммутационных станций, узлов, центров емкостью:		
17.1. 10 тыс. и более номеров, каналов или точек подключения	Независимо от площади	
17.2. Менее 10 тыс. номеров, каналов или точек подключения		Независимо от площади
18. Выделенные помещения управляющих устройств на основе ЭВМ автоматических междугородных телефонных станций при емкости станций:		
18.1. 10 тыс. междугородных каналов и более	24 м <sup>2</sup> и более	Менее 24 м <sup>2</sup>
18.2. Менее 10 тыс. междугородных каналов		Независимо от площади
19. Помещения обработки, сортировки, хранения и доставки посылок, письменной корреспонденции, периодической печати, страховой почты	500 м <sup>2</sup> и более	Менее 500 м <sup>2</sup>
<b>Помещения транспорта</b>		
20. Электромашинные, аппаратные, ремонтные, тележечные и колесные, разборки и сборки вагонов, ремонтно-комплектовочные, электровагонные, подготовки вагонов, дизельные, технического обслуживания подвижного состава, контейнерных депо, производства стрелочной продукции, горячей обработки цистерн, тепловой камеры обработки вагонов для нефтебитума, шпалопропиточные, цилиндрические, отстоя пропитанной древесины	Независимо от площади	

1	2	3
21. Наземные и подземные помещения и сооружения метрополитенов и подземных скоростных трамваев	По НД субъектов РФ, утв. в установленном порядке	
22. Помещения контрольно-диспетчерского пункта с автоматической системой, центра коммутации сообщений, дальних и ближних приводных радиостанций с радиомаркерами	Независимо от площади	
23. Помещения демонтажа и монтажа авиадвигателей, воздушных винтов, шасси и колес самолетов и вертолетов	То же	
24. Помещения самолетного и двигателеремонтного производств	" – "	
25. Помещения для хранения транспортных средств, размещаемые в зданиях иного назначения (за исключением индивидуальных жилых домов) при их расположении:	" – "	
25.1. В подвальных и подземных этажах (в том числе под мостами)	" – "	
25.2. В цокольных и надземных этажах	При хранении 3 и > автомобилей	При хранении < 3 автомобилей

### Порядок выполнения работы

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с основными понятиями.
3. Выполнить расчет автоматической установки пожаротушения для производственного здания (сооружения, помещения).
4. Определить необходимость защиты зданий (сооружений, помещений) автоматическими установками пожаротушения, выбрать тип АУПТ, способ тушения и вид огнетушащих веществ, указать необходимость установки АУПС в помещении. Отчет представить в виде таблицы 9.
5. Оформить отчет.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 9

### Автоматические установки пожаротушения и пожарная сигнализация

Наименование объекта (площадь, м <sup>2</sup> )	Категория помещения	Класс пожара	Средства пожаротушения	
			АУПТ (тип, способ тушения, вид огнетушащих веществ)	АУПС

### Контрольные вопросы

1. Назначение, область применения автоматических установок пожаротушения.
2. Классификация автоматических установок пожаротушения.
3. Установки водяного и пенного пожаротушения. Классификация. Назначение. Область применения. Устройство. Принцип действия.
4. Установки порошкового пожаротушения. Классификация. Назначение. Область применения. Устройство. Принцип действия.
5. Установки газового пожаротушения. Классификация. Назначение. Область применения. Устройство. Принцип действия.
6. Установки аэрозольного пожаротушения. Классификация. Назначение. Область применения. Устройство. Принцип действия.
7. Принцип выбора автоматических установок пожаротушения.

#### 4. ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. 352 с.
2. Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В. Производственная безопасность. Учеб. пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008.- 336 с.
3. Тимофеева С.С., Миронова С.А. Производственная безопасность. Практические работы. Ч.2. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. 268с.
4. Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В. Проектирование систем безопасности. I Учебное пособие. - Иркутск. Изд-во:ИрГТУ. - 2008. -270 с
5. Тимофеева С.С., Миронова С.А. Производственная безопасность. Практические работы. Ч.1. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. 156с.
6. Навацкий А.А., Бабуров В.П., Бабурин В.В. и др. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 1. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Пожарная сигнализация: Учебник / Научн. ред. канд. техн. наук, доц. А.А. Навацкий. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. -335 с.
7. А.Н. Баратов и др. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник. -Ч 1, 2.-М.:Химия, 1990
8. Тимофеева С.С., Ружникова Е.А., Никитина О.И. Безопасность жизнедеятельности: Лабораторные работы. ч. III.-Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009.- 81 с.
9. Бабуров В. П., Бабурин В. В., Фомин В. И., Смирнов В. И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. - М.:Академия ГПС МЧС России, 2007. - 298

Учебное издание

Тимофеева С.С.  
Кустов О.М.

Основы производственной и пожарной автоматики  
Практические работы

Редактор.....

...\_\_\_\_\_

(И.О. Ф.)