

Министерство образования Российской Федерации
Иркутский государственный технический университет

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Лабораторные работы

Под общей редакцией проф. С.С. Тимофеевой

Издательство
Иркутского государственного технического университета

Иркутск – 2000

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ретроспективный взгляд на развитие цивилизации убеждает, что чем быстрее движется вперед научная и техническая мысль, чем интенсивнее развивается промышленность и другие сферы человеческой деятельности, тем острее становятся проблемы пожаров и пожарной безопасности.

Анализ динамики пожаров в современном мире показал, что они являются сегодня едва ли не главной причиной возникновения чрезвычайных ситуаций. Несмотря на повышение уровня противопожарной защиты и совершенствование пожарной охраны, ежегодно в мире возникает до 6 млн. пожаров. Т.е. каждые 5-6 секунд происходит в среднем один-два пожара. Ежегодные потери от пожаров достигают 1 % валового национального продукта, это означает, что три рабочих дня в году экономика страны работает на «пожар».

По информации Главного управления ГПС МВД России в 1998 г. произошло 265,7 тыс. пожаров, в огне которых погибло 13716 человек. Потери от пожаров составили 23,4 млрд. руб., что соответствует 0,9 % от валового внутреннего продукта. Ежегодно от 14-15 тыс. человек получают на пожарах травмы различной степени тяжести. По уровню потерь от огня Россия превзошла Японию в 6,3 раза, Великобританию в 4,5 раза и США в 3 раза.

Около 80 % всех возгораний происходит по причине «человеческого фактора», поэтому необходимо постоянно заниматься профилактикой пожаров на предприятиях.

Проблема обеспечения пожарной безопасности является одной из серьезных и сложных сфер деятельности и каждый специалист должен иметь знания, позволяющие обеспечить личную безопасность и безопасность окружающих и сохранить объекты народного хозяйства.

В настоящем пособии рассмотрены современные средства пожаротушения и законодательная база, обеспечивающая пожарную безопасность на предприятиях.

Пособие подготовлено на основе лекций и лабораторные работы, читаемых и выполняемых на кафедре промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Иркутского государственного технического университета и рекомендовано Сибирским региональным учебно-методическим центром для межвузовского использования.

Раздел 1

ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1. Общая характеристика пожаров

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрывы..

Под **пожарами** обычно понимают *неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.*

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 пожар определяется как неконтролируемое горение вне специального очага, приносящее материальный ущерб.

Пожар сопровождается химическими и физическими явлениями:

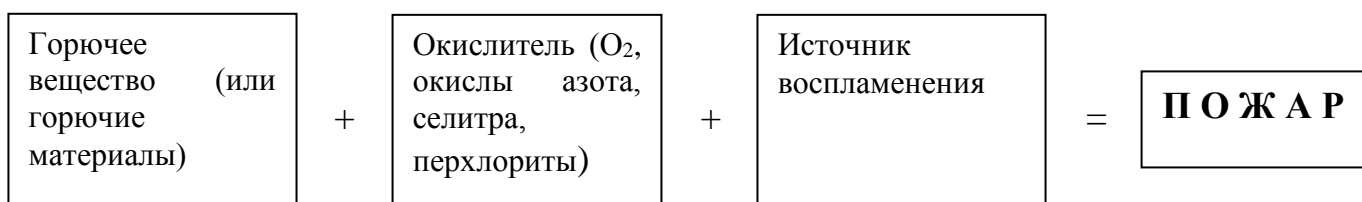
- химической реакцией горения;
- выделением и передачей тепла;
- выделением и распространением продуктов сгорания;
- газовым обменом.

Все эти явления взаимосвязаны и протекают на основе общих законов физики.

Горением называется всякая реакция окисления, при которой выделяется тепло и наблюдается свечение горящих веществ или продуктов их распада.

Для возникновения горения необходимы определенные условия, а именно совмещение в одном месте в одно время трех основных составляющих:

- *горючего вещества*, в виде горючих материалов (дерево, бумага, синтетические материалы, жидкое топливо и т.д.);
- *окислителя*, в качестве которого при горении веществ чаще всего выступает кислород воздуха, кроме кислорода окислителями могут быть химические соединения, содержащие кислород в своем составе (селитра, перхлориты, азотная кислота, окислы азота) и отдельные химические элементы: хлор, фтор, бром;
- *источники воспламенения*, постоянно и в достаточном количестве поступающего в зону горения (искра, пламя).



Отсутствие одного из перечисленных элементов делает невозможным возникновение пожара или приводит к прекращению горения и ликвидации пожара.

По масштабам и интенсивности пожара можно подразделить на:

- *отдельный пожар*, возникающий в отдельном здании (сооружении) или в небольшой изолированной группе зданий;
- *сплошной пожар*, характеризующийся одновременным интенсивным горением преобладающего количества зданий и сооружений на определенном участке застройки (более 50 %);
- *огневой шторм* – особая форма распространения сплошного пожара, который образуется в условиях восходящего потока нагретых продуктов сгорания и наличия быстрого поступления в сторону центра огневого шторма значительного количества свежего воздуха (ветер со скоростью 50 км/ч);
- *массовый пожар*, образующийся при наличии в местности совокупности отдельных и сплошных пожаров.

Другие классификации пожаров приведены на схеме 1, 2, 3.

Виды пожаров

Схема 1.



Схема 2.

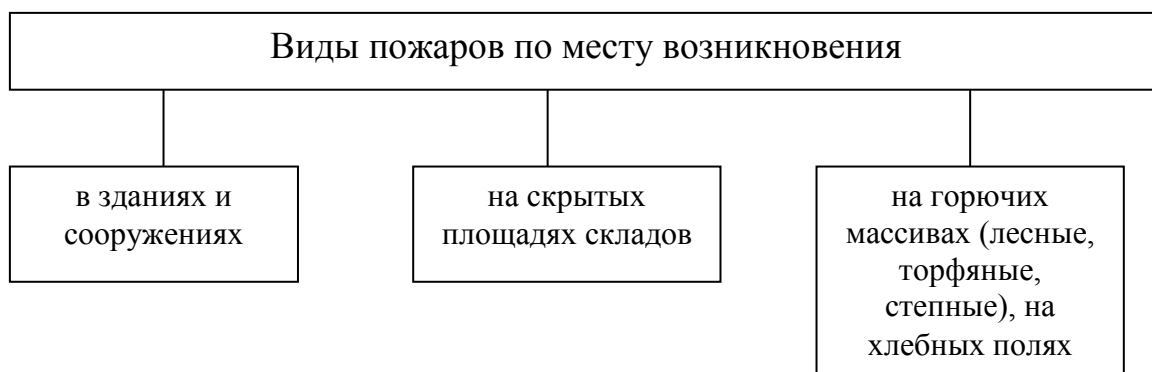
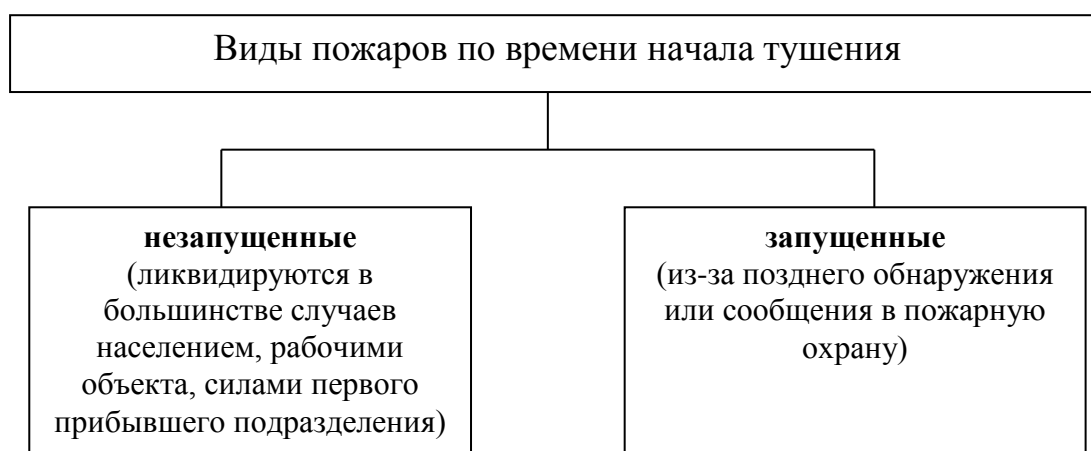


Схема 3.



Большинство пожаров связано с горением твердых материалов, хотя начальная стадия пожара может быть связана с горением жидких и газообразных горючих веществ, используемых в современном промышленном производстве.

Воспламенение и горение большинства горючих веществ происходит в газовой или паровой фазе. Образование паров и газов из твердых и жидких горючих веществ происходит в результате нагревания. При этом жидкости кипят с испарением, а с поверхности твердых происходит сублимация (улетучивание), разложение или пиролиз материалов.

Твердые горючие вещества при нагревании ведут себя по разному:

- некоторые (сера, фосфор, парафин) плавятся;
- другие (дерево, торф, каменный уголь, волокнистые материалы) разлагаются с образованием паров, газов и твердого остатка угля;
- третьи (кокс, древесный уголь, некоторые металлы) при нагревании не плавятся и не разлагаются. Выделяющиеся из них пары и газы смешиваются с воздухом и при нагревании окисляются.

Свечение пламени происходит оттого, что излучается свет раскаленными частицами углерода, которые не успевают сгореть.

Смесь горючего вещества с окислителем называется **горючей смесью**.

В зависимости от агрегатного состояния горючей смеси горения может быть:

- гомогенным (газ-газ);
- гетерогенным (твердое-газ, жидкость-газ).

При гомогенном горении горючее и окислитель перемешаны, при гетерогенном имеют поверхность раздела.

В зависимости от соотношения в горючей смеси окислителя и горючего вещества различают два вида горения:

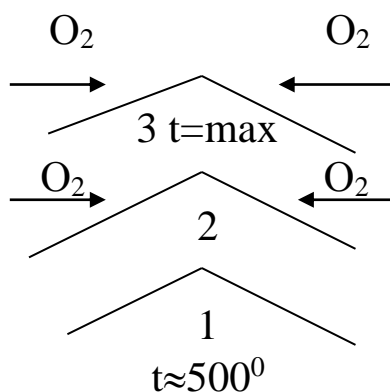
- **полное горение** – горение бедных смесей, когда окислителя значительно больше горючего вещества и образующиеся продукты не способны к дальнейшему окислению – углекислый газ, вода, оксиды азота и сера.
- **неполное горение** – горение богатых смесей, когда окислителя значительно меньше горючего вещества, происходит неполное окисление продуктов разложения веществ. Продукты неполного горения – угарный газ, спирты, кетоны, кислоты.

Признаком неполного горения является дым, представляющий собой смесь парообразных, твердых и газообразных частиц. В большинстве случаев на пожарах наблюдается неполное горение веществ и сильное выделение дыма.

В зависимости от способа поступления окислителя в зону горения различают *диффузное* и *кинетическое* горение.

При диффузном горении кислород проникает в зону горения в результате молекулярной диффузии через продукты горения.

Диффузия обусловлена разностью парциального давления кислорода – P_n в зоне горения и в воздухе. **Диффузное горение** наблюдается в гетерогенных процессах. Скорость диффузии кислорода намного меньше скорости химической реакции, поэтому скорость диффузионного горения лимитируется скоростью диффузии. Все пожары, как правило, процессы диффузионные. Разрез диффузионного пламени имеет 3 зоны:



1 зона – зона нагревания, плавления и испарения твердого вещества, температура не выше 500° , горения нет.

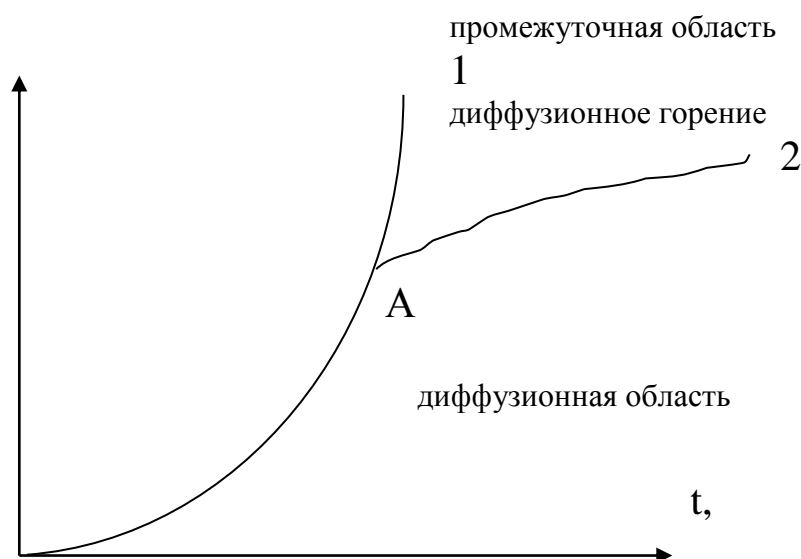
2 зона – зона неполного горения.

3 зона – зона полного горения с образованием продуктов полного сгорания с образованием продуктов полного сгорания через которых диффундирует кислород, температура максимальная.

При **кинетическом горении** скорость горения лимитируется скоростью химической реакции наблюдается при гомогенном горении (газы хорошо перемешаны).

Скорости горения диффузионного и кинетического можно представить схематично.

Схема 4



1 – скорость кинетического горения, только при низких температурах;

2 – скорость диффузионного горения.

До т. А кривая совпадает с кинетической, т.к. горение лимитируется скоростью химической реакции, поскольку при невысокой температуре кислорода в зоне горения достаточно.

По мере расходования кислорода и повышении температуры скорость переходит в диффузную область, где коэффициент диффузии пропорционален температуре в степени $n=0,5 \div 1$.

Взрыв – это кинетическое горение в замкнутом объеме с выделением энергии и сжатых газов, способных производить механическую работу.

Возникновение горения может произойти несколькими путями:

- *вспышка* – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождаемое образованием сжатых газов. Она не всегда приводит к возгоранию, так как выделяющегося тепла не хватает;
- *возгорание* – возникновение горения под действием внешнего источника зажигания;
- *воспламенение* – возгорание с применением пламени;

- *самовозгорание* – возникновение горения под действием внутреннего источника зажигания (теплоэкзо-термических реакций).
- *самовоспламенение* – самовозгорание с появлением пламени.

1.2. Пожарная безопасность:

1.2.1. Основные понятия

Понятие «**пожарная безопасность**» означает состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность на объектах народного хозяйства обеспечивается системой предотвращения пожара путём организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих невозможность возникновения пожара, а также противопожарной защитой, направленной на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожаров.

Пожарная безопасность регламентируется нормативными документами, которые обязательны к исполнению на предприятиях и в учреждениях всех форм собственности, а также всеми гражданами государства для защиты их от воздействия опасных факторов пожара, к которым относятся:

- открытый огонь, искры;
- повышенная температура воздуха и предметов;
- токсичные продукты горения и дым;
- пониженная концентрация кислорода;
- обрушение зданий, сооружений, установок;
- взрыв.

1.2.2. Основные законодательные акты, нормативно-техническая документация по пожарной безопасности

Правовой базой, обеспечивающей пожарную безопасность, являются:

- Законы Российской Федерации, Указы президента, постановления правительства, приказы, инструкции, положения о государственной пожарной охране;
- нормативные документы: нормы, стандарты, СНиПы пожарной безопасности, инструкции, предписания, процедуры, инструкции и т.д.

В настоящее время нормативно-правовая база пожарной безопасности существенно обновилась.

Основополагающим документом обеспечения пожарной безопасности является Федеральный Закон Российской Федерации «О пожарной безопасности», принятый 18.11.1994 г. (опубликован 21.12.94).

Федеральный закон определяет общие правовые экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, предприятиями, учреждениями, организациями, фермерскими хозяйствами и иными юридическими лицами, а также между общественными объединениями, должностными лицами, гражданами РФ, иностранными гражданами.

В соответствии с Федеральным законом «О пожарной безопасности» утверждена целевая программа «Пожарная безопасность и социальная защита на период до 2000 г.», основной целью которой является создание необходимых условий для укрепления пожарной безопасности в России, уменьшения гибели, травматизма людей, размера материальных потерь.

На основании Федерального закона разработаны нормативно-технические документы, включающие количественные и детальные разработки закона.

К ним относятся:

- Государственные стандарты России (ГОСТ Р);
- строительные нормы и правила (СНиП);
- нормы пожарной безопасности (НПБ);
- правила пожарной безопасности (ППБ);
- инструкции.

В строительных нормах и правилах РФ (СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений, введены в действие 13.02.1997) предусматриваются общие требования противопожарной защиты помещений, зданий и других строительных сооружений на всех этапах их создания и эксплуатации, а также пожарно-техническая классификация зданий и их элементов.

В зданиях должны быть предусмотрены конструктивные, объёмно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара:

- возможность эвакуации и спасения людей;
- возможность доступа личного состава подразделений и подачи средств пожаротушения;
- ограничение прямого и косвенного материального ущерба, включая содержимое здания и само здание;
- В процессе строительства необходимо обеспечить:
- выполнение противопожарных мероприятий, предусмотренных проектом;
- соблюдение противопожарных правил и охрану объектов строительства;

- наличие и исправное содержание средств борьбы с пожарами;
- возможность безопасной эвакуации людей при пожаре на строящемся объекте.
- В процессе эксплуатации зданий необходимо:
- обеспечить выполнение правил пожарной безопасности;
- не допускать изменений конструктивных, объёмно-планировочных и инженерно-технических решений без проекта;
- при проведении ремонтных работ не допускать применение конструкций и материалов, не отвечающих требованиям норм.

1.2.3. Категория пожарной опасности

При проектировании и строительстве производственных зданий и сооружений необходимо учитывать категорию пожарной опасности производства.

Согласно нормам государственной противопожарной службы МВ России (НПБ 105-95 – Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности) по взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д.

Производства категории А (взрывопожароопасные) – характеризуются применением или образованием в производственном процессе горючих газов, легковоспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа;

Веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчётное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

К этой категории относятся электролизные (водородные) установки, помещения для баллонов с водородом, закрытые склады ЛВЖ, склады баллонов с горючими газами, газораспределительные пункты, производства ацетона, эфира, селитры, окислителей и т.д.

Производство категории Б (взрыво- и пожароопасные) – характеризуются наличием горючих пылей или волокон, легковоспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки более 28 °С, горючих жидкостей в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

К категории Б относятся склады дизельного топлива, помещения подготовки цистерн с мазутом, производство красителей, угольной пыли, аммиака, алюминия и т.д.

Производства категории В1-В4 (пожароопасные) – характеризуются наличием горючих и трудногорючих жидкостей, твёрдых горючих и трудногорючих веществ и материалов (в том числе пыли и волокна), веществ и материалов, способных при воздействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б. К категории В относятся узлы пересыпки угля, торфа, дробильные здания для угля, деревообрабатывающее производство.

Производства категории Г – характеризуются наличием негорючих веществ и материалов в горячем раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени: горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К категории Г относятся: машинное отделение с паровыми, газовыми турбинами, котельное, бункерное, деаэрационное отделение, газоочистные золоулавливающие устройства, закрытые распределительным устройством, содержащие 60 кг масла и менее в единице оборудования, литейные, кузнечные, сварочные производства.

Производства категории Д – характеризуются наличием негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

К категории Д относятся: помещения щитов управления электростанций, насосные компрессорные, механические, электроремонтные мастерские.

В соответствии с отнесением производства к определённой категории по пожарной и взрывной опасности, к помещениям этих производств предъявляется ряд противопожарных требований, предусматривающих недопустимость распространения пожаров в смежные помещения, условия эвакуации людей в случае пожара, автоматическое и ручное пожаротушение и пожарную сигнализацию.

1.2.4. Огнестойкость строительных конструкций

При строительстве зданий и сооружений с учётом категории производства применяют строительные материалы и конструкции с определёнными пожарно-техническими характеристиками. В СНиПе 21-01-97 приводится пожарно-техническая классификация строительных материалов, конструкций, помещений и зданий по свойствам, способствующим возникновению пожарной опасности, и свойствам сопротивляемости воздействию пожара – огнестойкости.

Строительные материалы по пожарной опасности характеризуются:

– горючестью;

- воспламеняемостью;
- распространением пламени по поверхности;
- дымообразующей способностью и токсичностью.

Строительные материалы подразделяются:

1. по горючести:



Определяют горючесть по ГОСТ 30244-94.

2. по воспламеняемости на:

- В1 трудновоспламеняемые;
- В2 умеренновоспламеняемые;
- В3 легковоспламеняемые.

Воспламеняемость определяют по ГОСТ 30402.

3. по распространению пламени на поверхности на:

- РП 1 нераспространяющие;
- РП 2 слабораспространяющие;
- РП 3 умереннораспространяющие;
- РП 4 сильнораспространяющие.

Определяют по ГОСТ Р 51032-97.

4. по дымообразующей способности на:

- Д1 с малой дымообразующей способностью;
- Д2 с умеренной дымообразующей способностью;
- Д3 с высокой дымообразующей способностью.

Дымообразующую способность устанавливают по ГОСТ 12.1.044-89.

5. по токсичности продуктов горения на:

- Г1 малоопасные;
- Г2 умеренноопасные;
- Г3 высокоопасные;
- Г4 чрезвычайноопасные.

Токсичность определяют по ГОСТ 12.1.044-89.

Строительные конструкции оцениваются огнестойкостью и пожарной опасностью.

Показателем огнестойкости является предел огнестойкости, который устанавливается по времени (в минутах) наступления одного или

последовательно нескольких, нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний:

- потери несущей способности,
- потери целостности, E;
- потери теплоизолирующей способности, L.

Предел огнестойкости устанавливают по ГОСТ 30247.1-94.

б. по пожарной опасности строительные конструкции делят на 4 класса, которые устанавливают по ГОСТ 30403-94:

- K0 непожароопасные;
- K1 малопожароопасные;
- K2 умереннопожароопасные;
- K3 пожароопасные.

Здания подразделяются по степени огнестойкости согласно таблице 1.

Таблица 1.

Пределы огнестойкости строительных конструкций

Степень огнестойкости зданий	Предел огнестойкости строительных конструкций не менее					
	несущие элементы здания	наружные стены	перекрытия междуэтажные	покрытия бесчердачные	лестничные клетки внутренние стены	марши и площадки лестниц
I	R120	RE30	RE60	RE30	RE120	R 60
II	R45	RE15	RE45	RE15	RE90	R 45
III	R15	RE15	RE15	RE15	RE45	R 30
IV	не нормируется					

Здания по конструктивной пожарной опасности подразделяются на классы, согласно таблице 2.

Таблица 2

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной опасности строительных конструкций не менее				
	несущие стержневые элементы (колонны, ригели, фермы и т. д.)	стены наружные с внешней стороны	стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	стены лестничных клеток и противопожарные	марши и площадки лестниц
C0	K0	K0	K0	K0	K0
C1	K1	K2	K1	K0	K0
C2	K3	K3	K2	K1	K1
C3	не нормируется			K1	K3

1.2.5. Обеспечение безопасности людей

При пожарах не каждая дверь, лестница или проём могут обеспечить быструю, вынужденную и безопасную эвакуацию людей.

Согласно СНиП 21-01-97 **эвакуационными выходами** являются выходы, если они ведут:

- из помещений первого этажа наружу: непосредственно; через коридор; через вестибюль; через лестничную клетку; через коридор и вестибюль; через коридор и лестничную клетку;
- из помещений любого этажа, кроме первого, непосредственно на лестничную клетку; в коридор, имеющий выход на лестницу; в холл, имеющий выход на лестницу;
- в соседние помещения, обеспеченные выходами.

Эвакуационными путями считаются такие, которые непосредственно ведут к эвакуационному выходу и обеспечивают безопасное движение людей. Эвакуационные пути не должны включать лифты и эскалаторы, а также участки, ведущие через коридоры к лифтам и тамбурам. Эвакуационные пути должны быть отделаны негорючими строительными материалами. Высота эвакуационных путей должна быть не менее 2 м, ширина не менее 0,7-1,2.

1.2.6. Предотвращение распространения пожара

Для предотвращения распространения пожара предусматривается СНиП 21-01-97:

- конструктивные, объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещениям;
- ограничение пожарной опасности строительных материалов, используемых в отделке зданий;
- снижение технологической взрывопожарной опасности помещений и зданий;
- наличие первичных, в том числе, автоматических средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

Для регулирования поведения человека в целях предотвращения пожаров и выполнения им определённых действий при пожаре для обеспечения собственной безопасности и снижения размера потерь при пожарах введены 31.07.97

Нормы пожарной безопасности "Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности", соответствующие международному стандарту ИСО 6309.

Настоящие нормы распространяются на сигнальные цвета и знаки пожарной безопасности, которые предназначены для регулирования поведения человека в целях предотвращения возникновения пожара и

(или) выполнения им определённых действий при пожаре для обеспечения собственной безопасности и снижения размера потерь от пожара.

Нормы устанавливают разновидности знаков, форму, параметрические ряды типоразмеров, требования к фотометрическим и колориметрическим характеристикам, устойчивости к воздействию факторов внешней среды.

Нормы не распространяются на знаки для маркирования транспортных средств и грузовых единиц (тары), предназначенных для доставки и упаковки пожароопасных грузов, на цвет окраски трубопроводов систем автоматического пожаротушения, а также трубопроводов, баллонов и иных емкостей для хранения или транспортирования горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Нормы в части номенклатуры знаков, их цвета и графики полностью соответствуют международному стандарту ИСО 6309.

Введены 31.07.97 г.

Подводя итог, отметим, что для предупреждения пожаров необходимы следующие меры:

- предотвращение образования горючей среды;
- предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимально допустимых по горючести;
- уменьшение определяющего размера горючей среды ниже максимально допустимого по горючести.

Противопожарную защиту обеспечивают следующие меры:

- максимально возможное применение негорючих и трудногорючих веществ и материалов вместо пожароопасных;
- ограничение количеств горючих веществ и их надлежащее размещение;
- изоляция горючей среды;
- предотвращение распространения пожара за пределы очага;
- применение конструкций объектов с регламентированным пределом огнестойкости и горючестью;
- эвакуация людей;
- применение средств пожаротушения, коллективной и индивидуальной защиты.

В разделе 2 приведены лабораторные и практические работы, выполняя которые Вы сможете изучить методы пожаротушения, научиться выполнять некоторые расчёты.

Раздел 2

ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Работа 1. Выбор огнетушащих веществ и средств пожаротушения

Цель работы: Ознакомиться с огнетушащими составами и выбрать средства для конкретной ситуации.

Основные понятия

Быстрое и эффективное тушение пожара может быть достигнуто в том случае, если правильно выбрано средство тушения и осуществлена его своевременная подача в очаг горения. Выбор огнетушащих веществ, средств пожаротушения производится на основе их классификации и характеристики.

1. ОГNETУШАЩИЕ ВЕЩЕСТВА

1.1. Классификация огнетушащих веществ

Огнетушащие вещества классифицируют:

1. По способу прекращения горения:

- охлаждающие очаг горения: вода, твердая углекислота.
- разбавляющие (снижающие процентное содержание кислорода в очаге горения): углекислый и др. инертные газы, водяной пар.
- изолирующего действия (изолирующие горящую поверхность от кислорода воздуха): воздушно-механическая пена, порошки, песок, растворы.
- ингибирующие (тормозящие химическую реакцию горения): составы с галогеносодержащими углеводородами – хладоны, порошковые аэрозольные составы – АОС.

2. По электропроводности:

- электропроводные: вода, растворы, водяной пар, пена.
- неэлектропроводные: газы, порошковые составы.

3. По токсичности:

- нетоксичные: вода, пена, порошковые составы, песок.
- малотоксичные: углекислота
- токсичные: фреоны, галогенизированные составы № 3, 5, 7 и др.

1.2. 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 1 л. воды образуется 1750 л. 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 раствором 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 являются эффективным средством пожаротушения. Огнетушащие пены подразделяются на **химическую** и **воздушно-механическую**. Химическую пену получают в результате химической реакции нейтрализации между кислотой и щелочью. Оболочка пузырьков этой пены состоит из смеси водных растворов солей и пенообразующих веществ. Сами пузырьки заполняются углекислым газом – продуктом химической реакции.

Воздушно-механическую пену получают в результате механического перемешивания пенообразующего раствора с воздухом. Оболочка пузырьков воздушно-механической пены состоит из водного раствора пенообразователей типа ПО-1, ПО-5.

Полученная огнетушащая пена характеризуется:

- стойкостью (способностью пены противостоять разрушению в течение определенного времени: чем выше стойкость пены, тем эффективнее процесс тушения);
- кратностью пены (отношением объема пены к объему исходных продуктов: $K_n = V_n / V_{исп}$);

Различают: низкократные пены с кратностью до 12, средней кратные от 12 до 100 и высокократные $K > 100$ (наиболее эффективные).

- вязкостью (способностью пены к растеканию по поверхности);
- дисперсностью (размерами пузырьков).

Для повышения стойкости пены применяют поверхностно-активные вещества (костный или столярный клей), а для хранения при низких температурах – этанол (C_2H_5OH) или этиленгликоль.

Пены применяют для тушения пожаров класса А, В, С. Нельзя применять для тушения щелочных и щелочноземельных металлов и электрооборудования под напряжением.

Двуокись углерода. Двуокись углерода, подаваемая в очаг пожара, может быть в твердом состоянии (углекислый снег), газообразном и аэрозольном. Действие 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 г/см^3 при -80°C . Снегообразная углекислота снижает температуру и уменьшает содержание кислорода в зоне горения. Из 1 л. твердой кислоты образуется 500 л. 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 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 (C_2HF_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:

- наиболее эффективны по сравнению со всеми имеющимися составами;
- обладают высокой проникающей способностью;
- применяются при отрицательных температурах (до -70°C).

Недостатки:

- токсичность;
- образование коррозионно-активных соединений в присутствии влаги;
- 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% бикарбанат натрия);
- Пирант-А (~96% фосфаты и сульфаты аммония);
- ПХК (~90% хлорид калия);
- АОС - аэрозолеобразующие составы.

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

Разработаны для тушения горящих щелочных и щелочно-земельных металлов, а также широко применяются для тушения пожаров классов: А, Б, С, и Е.

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

Неэффективны при тушении:

- тлеющих материалов и веществ, горящих без доступа кислорода.

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

Действие порошковых составов ПХК и АОС заключается в ингибировании химической реакции горения и уменьшении содержания O_2 в зоне горения.

Порошки ПХК и АОС являются самыми перспективными на сегодняшний день. Особой эффективностью обладают аэрозольные огнетушащие составы - АОС.

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

2. СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

2.1. Классификация средств пожаротушения

Средства пожаротушения разделяются на:

1. Первичные средства пожаротушения:

- огнетушители;
- противопожарные щиты с набором инвентаря;
- подручные средства (войлок, пакля, песок и др.).

2. Автоматические установки пожаротушения.

2.2. Огнетушители

2.2.1. Химический пенный огнетушитель

Химический пенный огнетушитель. Предназначен для тушения горящих твердых материалов, а также различных горючих жидкостей не более 1м², за исключением электроустановок, находящихся под напряжением, а также щелочных металлов. Огнетушитель используют в диапазоне температур внешней среды от +5°С до +45°С.

Таблица 5.

Основные типы и параметры химических пенных огнетушителей

Марка огнетушителя	Вместимость корпуса не менее, л	Продолжительность действия, с	Кратность пены не менее	Длина струи не менее, м	Кол-во воды для растворения щелочной части заряда, л	Огнетушащая способность по классу А, м ²	Огнетушащая способность по классу В, м ²	Масса огнетушителя без заряда, кг	Масса огнетушителя с зарядом, кг	Габариты, мм
ОХВП-10, ОХВП-10М	8,7	50	50	4	8,5	4,78	1,10	3,5	12,5	750x310x148

Устройство и принцип действия химического пенного огнетушителя

Работа химического пенного огнетушителя основана на вытеснении огнетушащего состава (химической пены) под действием избыточного

давления, создаваемого углекислым газом, который образуется в процессе взаимодействия кислотной и щелочной частей.

При повороте рукоятки запорно-пускового устройства на 180° открываются отверстия в стакане с кислотной частью. Через них, при переворачивании, кислотная часть попадает в корпус огнетушителя, где взаимодействует с щелочной частью. В результате реакции выделяется углекислый газ и образуется химическая пена. Пена под давлением поступает к sprysku, который формирует компактную струю. Химическая пена, попадая на горящее вещество, охлаждает его и изолирует от кислорода воздуха. При добавлении в огнетушитель пенообразователя и установке на sprysk воздушно-пенного насадка увеличивается кратность пены.

2.2.2. Воздушно-пенный огнетушитель

Предназначен для тушения загораний различных веществ и материалов, за исключением щелочных металлов и электроустановок, находящихся под напряжением. Огнетушители применяют при температуре окружающего воздуха от 3 до 50° С. Конструкция насадков огнетушителей обеспечивает подачу воздушно-механической пены средней кратности. Основные типы и параметры огнетушителей приведены в таблице 6.

Таблица 6.

Основные марки и параметры воздушно-пенных огнетушителей

Марка огнетушителя	Вместимость огнетушителя не менее, л	Вместимость баллона для хранения рабочего газа, мл	Кол-во огнетушащего вещества (воды), л	Кол-во огнетушащего вещества (ПО-1), л	Продолжительность действия, с	Длина струи пены, м, не менее	Кратность пены не менее	Масса огнетушителя без заряда, кг	Габариты, мм	Стандарт, ТУ
ОВП-10	10	0,1	8,5	0,5	45	4,5	60	4	650x156x220	ТУ 22-6151-86

ОВП-100	100	2	85	5	90	5	70	70	1350x800x660	ТУ 22-141-02-87Е
---------	-----	---	----	---	----	---	----	----	--------------	------------------

Устройство и принцип работы воздушно-пенного огнетушителя

Работа воздушно-пенного огнетушителя основана на вытеснении огнетушащего состава (раствора пенообразователя) под действием избыточного давления, создаваемого рабочим газом (воздух, углекислый газ, азот). При нажатии на кнопку крышки огнетушителя происходит прокалывание заглушки баллона с рабочим газом. Газ по сифонной трубке поступает в корпус огнетушителя и создает избыточное давление, под действием которого раствор пенообразователя подается по сифонной трубке и шлангу к воздушно-пенному насадку. В нем, за счет разницы диаметров шланга и насадка, создается разрежение, в результате чего подсасывается воздух. Раствор пенообразователя, проходя через сетку насадка, смешивается с засасываемым воздухом и образует воздушно-механическую пену средней кратности. Пена, попадая на горящее вещество, охлаждает его и изолирует от кислорода воздуха.

2.2.3. Углекислотный огнетушитель

Предназначен для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В для тушения небольших начальных очагов загорания различных веществ и материалов, а также, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Огнетушитель используют при температуре окружающего воздуха от -25° до 50° С (см. таблицу 7). При более низкой температуре применять нельзя, так как не будет выброса углекислоты, за счет резкого образования снежной массы и перекрытия выходного отверстия баллона.

Таблица 7.

Основные марки и характеристики углекислотных огнетушителей

Марка огнетушителя	Заряд	Масса заряда, кг	Огнетуш. способн. по очагу кл. В, м ²	Полная масса, кг	Срок до перезарядки, лет	Габариты, мм	Стандарт, ТУ	Примечание
--------------------	-------	------------------	--	------------------	--------------------------	--------------	--------------	------------

OY-2	CO ₂	1,4	0,45	6,0	5	350x100x100	ТУ-78-7-102-90	ручной
OY-3	CO ₂	2,1	0,45	7,6	5	470x100x100	ТУ-78.7-102-90	ручной
OY-5	CO ₂	3,5	1,08	13,5	5	500x240x140	ТУ-22-150-128-89E	ручной
OY-6	CO ₂	4,2	1,08	14,5	5	600x140x140	ТУ-78-7-102-90	ручной
OY-8	CO ₂	5,6	1,1	20,0	5	720x120x120	ТУ-78-7-102-90	ручной
OY-10	CO ₂	7,0	1,08	30,0	5	900x220x220	ТУ-22-150-130-90	передвижной
OY-40	CO ₂	28,0	2,52	110,0	5	1500x340x500	ТУ-22-150-130-90	передвижной

ОУ-80	CO ₂	56,0	4,74	239,0	5	1500х600х700	ТУ-22-150-128-89Е	передвижной
--------------	-----------------	------	------	-------	---	--------------	-------------------	-------------

Анализ таблицы 7 показывает, что существуют ручные огнетушители с емкостью баллона до 8 л и передвижные с емкостью 10 – 80 л.

Устройство и принцип работы углекислотного огнетушителя

Работа углекислотного огнетушителя основана на вытеснении двуокиси углерода под действием избыточного давления. Двуокись углерода находится в баллоне под давлением 14,7 МПа. При открывании запорно-пускового устройства CO₂ по сифонной трубке поступает к раструбу. При этом происходит переход двуокиси углерода из сжиженного состояния в твердое (снегообразное), сопровождающийся резким понижением температуры (до –70° С). Углекислота, попадая на горящее вещество, охлаждает его и при испарении CO₂ разбавляет содержание кислорода воздуха.

Углекислота, испаряясь, не оставляет следов, поэтому углекислотные огнетушители рекомендуется применять в тех случаях, когда использование огнетушителей с другими огнетушащими составами может причинить дополнительный ущерб.

2.2.4. Порошковые огнетушители

В настоящее время широко применяются следующие типы порошковых огнетушителей:

- с встроенным газовым источником давления;
- закачные порошковые;
- аэрозольные порошковые автоматического действия (самосрабатывающие).

Порошковые огнетушители предназначены для тушения загораний нефтепродуктов, легковоспламеняющихся жидкостей. Основные характеристики и типы порошковых огнетушителей приведены в таблице 8.

**Основные марки и параметры порошковых огнетушителей с
встроенным газовым источником давления**

Марка огнетушителя	Заряд (порошок)	Масса заряда, кг	Огнетуш. способн. по очагу кл. В, м ²	Полная масса, кг	Срок до перезарядки, лет	Габариты, мм	Стандарт, ТУ	Примечание
ОПУ-2	ПСБ-3	2	0,7	3,6	2	380х110х100	ТУ-22-6098-85	ручной
ОПУ-5	ПСБ-3	5	2,81	8,8	4	440х280х150	ТУ-84.75- 04304.04-89	ручной
ОПУ-10	ПСБ-3	10	4,52	15	4	525х300х210	ТУ-22-43-88	ручной
ОП-50	ПСБ-3	45	7,1	100	5	1040х450х420	ТУ-51-257-87	передвижной
ОП-100	ПСБ-3	90	12,0	167	5	1170х800х630	ТУ-78-7-103-91	передвижной
ОПП-250	ПСБ-3	242	40	820	5	2300х1680х1700	ТУ-220 РСФСР 44-88	передвижной

2.2.4.1. Устройство и принцип работы порошкового огнетушителя со встроенным газовым источником давления

Работа порошкового огнетушителя с встроенным газовым (газогенерирующим) источником давления основана на вытеснении огнетушащего состава (порошок марки ПСБ, Пирант и др.) под действием избыточного давления, создаваемого рабочим газом (углекислый газ, азот). При воздействии на запорно-пусковое устройство происходит прокалывание заглушки баллона с рабочим газом. Газ по трубке подвода рабочего газа поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление, в результате чего порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу. Устройство ствола позволяет выпускать порошок порциями. Для этого необходимо периодически отпускать рукоятку, пружина которой закрывает ствол. Порошок, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода воздуха. Баллон для хранения рабочего газа может находиться в корпусе огнетушителя (внутри) рис. 8 или крепиться к корпусу огнетушителя снаружи, как показано на рис. 7.

2.2.4.2. Порошковый закачной огнетушитель

Порошковые закачные огнетушители типа ОП 1 (2, 3) предназначены для тушения загораний щелочных и щелочноземельных металлов и их сплавов, нефтепродуктов, легковоспламеняющихся жидкостей, твердых веществ, а также для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В.

Огнетушители могут работать в диапазоне температур от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$ (табл. 7).

**Основные марки и параметры порошковых
закачных огнетушителей**

Марка огнетушителя	Заряд	Масса заряда, кг	Огнетуш. способн. по очагу кл. В, м ²	Полная масса, кг	Срок до перезарядки, лет	Габариты, мм	Стандарт, ТУ
ОП-1 (3)	Пирант А	1,0	0,41	2,5	5	250x110x110	ТУ-4854-157-21352393-95
ОП-2 (3)	Пирант А	2,0	0,66	4,5	5	350x170x130	
ОП-3 (3)	Пирант А	3,0	1,07	5	5	435x170x130	
ОП-50 (3)	Пирант АН	35	8	75	5	1040x420x445	

**Устройство и принцип работы порошкового
закачного огнетушителя**

Работа порошкового закачного огнетушителя основана на вытеснении огнетушащего состава (порошок марки ПСБ, Пирант и др.) под действием избыточного давления (1,6 МПа) рабочего газа (углекислого газа, азота), закаченного непосредственно в корпус огнетушителя. При открывании запорно-пускового устройства рабочий газ вытесняет порошок, который по сифонной трубке и шлангу поступает к стволу. Запорно-пусковое устройство позволяет выпускать порошок порциями. Порошок, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода воздуха.

2.2.4.3. Аэрозольные порошковые огнетушители

Аэрозольные порошковые огнетушители это принципиально новое средство тушения пожаров. Выпускается в виде различных устройств, в которых вырабатывается огнетушащий аэрозоль с заданными параметрами. В связи с этим эти огнетушители называют генераторами огнетушащего аэрозоля - ГОА.

В настоящее время разработано около 80 модификаций генераторов огнетушащего аэрозоля. Из них применяются ГОА отвечающие требованиям НПБ-60-97 и ГОСТР 51046-97, определяющие их потребительские качества.

Основные марки и характеристики приведены в таблице 10 и на рис. 11-16.

Таблица 10.

Основные типы и параметры аэрозольных огнетушителей автоматического действия

Марка огнетушителя	Масса заряда, кг	Защищаемый объем, м ³	Полная масса, кг	Срок службы, лет	Габариты, мм	Способ включения	Стандарт, ТУ
МАГ	–	0,5-4	1,7-2,5	10	105x75	электропуск или огневой шнур	ТУ 84-7509009.70-93
СОТ-1	3,0	60	6,5	10	165x485	электропуск или огневой шнур	400ТО "С" ЦЗ/130588-246-02-94ТУ
ГАБАР-П2	2	43	–	10	365x300	электропуск	ТУ-4854-003-07509209-94

ГАБАР- П10	10	215	–	10	535x590	электропуск	ТУ 4854-003- 07509209-94
СОТ-5М	3	40	5	5	210x110	электропуск или огневой шнур	

В качестве активного элемента для получения огнетушащего аэрозоля применяются пиротехнические составы, выделяющие в процессе горения высокодисперсную конденсированную фазу – аэрозоли. Композиция специального состава способна к самостоятельному горению без доступа кислорода. Продукты горения аэрозольных составов оказывают ингибирующее действие на очаг пожара, снижают концентрацию кислорода в зоне горения и в настоящее время являются самым эффективным средством объемного пожаротушения.

Аэрозольные порошковые огнетушители

2.2.4.4. Устройство и принцип действия аэрозольного огнетушителя автоматического действия СОТ-1

Приведение в действие аэрозольных огнетушителей автоматического действия осуществляется от электрического, теплового или механического сигнала. Можно использовать устройства для запуска от нескольких разнотипных сигналов. Тепловой пуск ГОА осуществляется от огневой шнура (термошнура), представляющего собой специальную пороховую композицию, из которой изготавливается шнур с заданной формой и размерами. При возникновении пожара он самовоспламеняется, огневой импульс распространяется по шнуру и приводит в действие ГОА. Возможно также воспламенение огнепроводного шнура от специальных пиромеханических устройств, срабатывающих при определенной температуре более низкой, чем температура самовоспламенения огнепроводного шнура. Генераторы, имеющие пуск от огнепроводного шнура, относят к огнетушителям, т.к. они работают в автономном режиме. Генераторы, имеющие электрический пуск, применяются в автоматических установках аэрозольного пожаротушения, отвечающих требованиям НПБ-61-97.

2.2.5. Хладоновый огнетушитель ОАХ

Аэрозольные хладоновые огнетушители ОАХ предназначены для тушения пожаров класса АВЕ, кроме щелочных металлов и кислотосодержащих веществ.

Отечественная промышленность выпускает аэрозольные огнетушители типа ОАХ (огнетушители аэрозольные хладоновые).

Основное применение данный огнетушитель получил на транспортных средствах, а так же при низких температурах.

ОАХ представляет собой металлический корпус, горловина которого закрыта мембраной. Над мембраной укреплен пробойник с пружиной. При нажатии на колпачок пробойник пробивает мембрану и через отверстие в колпачке аэрозолеобразующий состав поступает наружу.

2.3. Автоматические установки пожаротушения

Все автоматические установки тушения пожаров разделяются :

1. по типу автоматической установки тушения пожаров:

- спринклерные;
- дренчерные.

2. по способу тушения:

- объемные;
- по площади;
- локальные.

3. по виду огнетушащего средства:

- водяные;
- пенные;
- газовые;
- аэрозольные;
- порошковые.

2.3.1. 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° . 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 электросигналу.

В качестве огнетушащего вещества в спринклерных установках может применяться вода или воздушно-механическая пена. Применяется для локального тушения пожара по площади.

2.3.2. Дренчерные установки

Дренчерные установки представляют развернутую сеть трубопроводов, снабженную дренчерами (водораспылителями) и контрольно-сигнальной аппаратурой.

Дренчеры – водопитатели с открытыми отверстиями для входа 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.

2.3.3. Автоматическая установка газового пожаротушения (АУГП)

Автоматическая установка газового пожаротушения применяется в виде батарей газового пожаротушения, 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.

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);
- двуокись углерода (CO_2);
- азот;
- аргон.

2.3.4. Установка 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.

2.3.5. Модуль газовый пожарный МГП –2М

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 114-B2.

Газовая 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.

2.3.6. Автоматические установки порошкового пожаротушения импульсные (УППИ)

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.

МИП – 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 П2АП, 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 5 кВ. В порошковых установках применяются мелкозернистые сухие порошковые составы типа ПСБ-3, Пирант-А, которые изготовлены на основе бикарбоната натрия и фосфатов аммония.

Автоматическая установка порошкового тушения содержит баллоны со сжатым газом (5), которые оборудованы автоматически включающимися головками-затворами, газопровод с редуктором (6), сосуд с порошковым огнетушащим составом (4), на котором имеется люк для засыпки порошка и люк для прочистки сосуда, а также манометр; предохранительный клапан и пусковой клапан (7); трубопровод для транспортировки порошка к оросителям (8); зарядная станция и пожарные извещатели с ячейкой управления установкой (1).

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.

2.3.7. Аэрозольные огнетушащие установки

Установка аэрозольного пожаротушения – установка, в которой в качестве огнетушащего состава используется аэрозоль, получаемый при работе генераторов огнетушащего аэрозоля – ГОА. Запуск генератора огнетушащего аэрозоля осуществляется при помощи устройства преобразующего электрический сигнал в энергию, необходимую для воспламенения аэрозольного огнетушащего состава (АОС) при приведении генератора огнетушащего аэрозоля в действие.

АОС может использоваться в огнетушителях для защиты объемов до 60 м³, для защиты объемов более 60 м³ генератор огнетушащего аэрозоля применяется в системе установок автоматического пожаротушения.

Эти установки наиболее эффективны по сравнению со всеми известными установками объемного пожаротушения. Для защиты больших объемов каждый ГОА комплектуется электронным пусковым устройством, срабатывающим от стандартной системы пожарной сигнализации.

Расчёт средств тушения пожаров

Выбор и расчёт тех или иных способов и средств тушения пожаров, а, следовательно, огнетушащих веществ и противопожарной техники осуществляется в каждом конкретном случае в зависимости от:

- вида горючих веществ и их свойств;
- особенностей горения веществ и материалов;
- масштабов загораний.

1. Выбор первичных средств пожаротушения

Выбор первичных средств пожаротушения осуществляется в зависимости от категории помещений по пожарной опасности, защищаемой площади и класса загораний (по таблицам 1, 2 Приложения).

Категория помещений и зданий производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности определяется в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учётом особенностей технологических процессов, и определяется по таблице 3 Приложения.

Класс загораний определяется в зависимости от вида горючих веществ.

Различают пять классов горючих веществ и материалов, обозначаемые заглавными буквами русского алфавита: А, В, С, Д, Е.

Класс А – пожары твёрдых веществ, в основном, органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, текстиль, бумага).

Класс В – пожары горючих жидкостей или плавящихся твёрдых веществ.

Класс С – пожары газов.

Класс Д – пожары металлов и их сплавов.

Класс Е – пожары, связанные с горением электроустановок.

Выбор типа огнетушителя (передвижной или ручной обусловлен размерами возможных очагов пожара). При их значительных размерах необходимо использовать передвижные огнетушители.

2. Выбор автоматических установок тушения и обнаружения пожара (АУТП, АУОП)

Здания, сооружения и помещения подлежат оборудованию АУТП и АУОП 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 согласно НПБ 110-96, табл.4 приложения.

Тип автоматической установки тушения пожара (спринклерная, дренчерная), способ тушения (по объёму, по площади, локальный и др.), вид огнетушащих средств (вода, пена, аэрозоль, порошок, газ или др.), тип оборудования установок (приёмной станции, извещателя и т.п.) определяется в зависимости от технологических особенностей защищаемых зданий и помещений. АУТП и АУОП должны проектироваться в соответствии с СНиП 2.04.09-84 "Пожарная автоматика зданий и сооружений".

3. Проектирование автоматических систем объёмного и локального пожаротушения (САТ) с использованием генераторов СОТ.

Проектирование САТ осуществляется в соответствии с нормами Государственной противопожарной службы МВД России "Системы аэрозольного тушения пожаров" НПБ 21-94 и перечнем зданий, сооружений и помещений, в которых рекомендуется применение СОТ, табл.5 приложения.

4. Определение потребного количества огнетушащих средств для тушения пожаров.

Потребное количество тех или иных огнетушащих средств определяется расчётом на стадиях проектирования и эксплуатации.

При проектировании промышленных предприятий определяют потребные противопожарные расходы и объёмы воды, как наиболее дешёвого огнетушащего средства, а также возможность её подачи в необходимые места, т.е. ведётся расчёт водопроводной сети.

Основные требования, предъявляемые к водопроводам противопожарного назначения, изложены в СНиП 2.04.01-85*, СНиП

2.04.02-84* и др. В нормах определены условия, при которых устройство внутренних противопожарных водопроводов в зданиях обязательно.

В производственных зданиях они необходимы во всех случаях, за исключением производственных зданий I и II степени огнестойкости с производствами категорий Г и Д по пожарной опасности независимо от их объёма и зданий III степени огнестойкости с производствами тех же категорий, но при объёме зданий не более 1000 м³.

Для предприятий площадью не более 20 Га при категориях производств В, Г, Д, если пожарный расход воды не превышает 20 л/с для противопожарного водоснабжения допускается использование водоёмов или резервуаров, оборудованных подъездами для мотопомп или пожарных автомобилей, вместо противопожарного водопровода. Если вблизи предприятия или строительной площади имеются естественные источники (реки, озёра), предусматривают их использование, но при наличии подъезда к ним.

Радиус обслуживания зданий переносными мотопомпами принимают не более 100 м, прицепными – 150 м, автоцистернами – 200 м. При противопожарном водоснабжении из водоёмов необходимо предусматривать их пополнение с расстояния не более 250 м.

5. Принцип расчёта потребного противопожарного количества воды для тушения пожаров на предприятиях

Потребное противопожарное количество воды для тушения пожаров на промышленных предприятиях определяется в зависимости от общего расчётного расхода воды на пожаротушение, количества расчётных пожаров и их расчётной продолжительности.

Расчёт ведётся в такой последовательности:

1. Определяется общий расчётный расход воды Q_p на пожаротушение данного предприятия:

$$Q_p = Q_n + Q_v, \text{ л/с,}$$

где Q_n – максимально требуемый расход воды на наружное пожаротушение через гидранты, л/с;

Q_v – максимально требуемый расход воды на внутреннее пожаротушение через пожарные краны или (и) автоматические установки пожаротушения, л/с.

Величина Q_n зависит от степени огнестойкости зданий, категории производства по пожарной опасности и объёма здания. Она определяется по таблицам 6, 7, 8 Приложения.

Величина Q_v определяется для работы внутренних пожарных кранов или автоматических систем водотушения. Для производственных зданий при расчёте воды принимают две струи в здании из условия подачи воды на каждую струю. Производительность одной струи должна быть не менее 2,5 л/с независимо от объёма здания, определяется по табл.9, 10 Приложения. Для общественных и жилых зданий объёмом более 25000 м³

также принимаются 2 струи с расходом 2,5 л/с на каждую струю, а при объёме менее 25000 м³ одна струя с расходом не менее 2,5 л/с.

Наличие в зданиях стационарных систем водотушения (спринклерных, дренчерных) требует дополнительного увеличения расхода воды из расчёта:

а) в течение первых 10 минут пожара не менее 15 л/с, т.е. 10 л/с на питание спринклеров и 5 л/с на работу пожарных кранов.

б) в течение последующего часа не менее 55 л/с, из них 30 л/с на питание спринклеров (дренчеров), 20 л/с на гидранты и 5 л/с на работу пожарных кранов.

2. Определяется расчётная продолжительность пожара и расчётное число одновременных пожаров.

Расчётная продолжительность пожара t_p во всех случаях принимается 3 часа в соответствии с нормами, указанными ранее.

Расчётное число пожаров n_p зависит от площади территории предприятий или стройки. Так, при площади территории в 150 га и более в расчёт принимают два одновременных пожара, при площади менее 150 га принимается один пожар.

3. Определяется потребное количество воды для данного предприятия по формуле:

$$W = \frac{3600 \cdot Q_p \cdot t_p \cdot n_p}{1000} \text{ м}^3,$$

где Q_p – общий расчётный расход воды на пожаротушение данного предприятия определяется по формуле (1), л/с;

t_p – расчётная продолжительность пожара, час;

n_p – расчётное число одновременных пожаров для данного предприятия.

4. Определяется необходимый противопожарный запас воды на случай аварии водопроводных сетей.

Неприкосновенный запас воды создаётся из расчёта обеспечения подачи воды на пожаротушение из наружных гидрантов и внутренних пожарных кранов с учётом количества одновременных пожаров в течение трёх часов их действия.

Следовательно, неприкосновенный запас воды рекомендуется определять по формуле 2 и хранить в запасных резервуарах или водонапорных башнях.

6. Примеры расчёта потребного количества огнетушащих средств

Пример. Рассчитать проектируемый противопожарный расход воды и ёмкость запасного резервуара для промышленного предприятия.

Данные для расчёта: 1. Здание III степени огнестойкости, деревоперерабатывающее предприятие, объём которого составляет 8000 м³.

2. Площадь территории предприятия 130 га; 3. Водопровод на предприятии принят объединённый.

Решение.

1. Определяется общий расчётный расход воды на пожаротушение для данного предприятия по формуле (1). Деревоперерабатывающие предприятия по пожарной опасности относятся к категории В.

$$Q_p = 20 + 10 = 30 \text{ л/с},$$

где $Q_n = 20$ л/с – найден по табл. 7 Приложения;

$Q_v = 10$ л/с – принято по табл. 10 Приложения.

2. Определяется расчётное число одновременных пожаров и их расчётная продолжительность. В нашем случае, площадь территории 130 га < 150 га, значит $n_p = 1$. Расчётная продолжительность пожара $t_p = 3$ ч.

3. Находится потребное количество воды для данного предприятия по формуле (2)

$$W = \frac{3600 \cdot 30 \cdot 3 \cdot 1}{1000} = 324 \text{ м}^3,$$

4. Следовательно, необходимый противопожарный запас воды на случай аварии водопроводных сооружений равен: $W_{н.з.} = W = 324 \text{ м}^3$

**Варианты для расчёта потребного количества воды
для пожаротушения**

Задача: Рассчитать проектируемый противопожарный расход воды для тушения пожара и ёмкость запасного резервуара для промышленного предприятия по данным таблице 11.

Таблица 11.

№ варианта	Исходные данные			
	Объект	Категория по пожарной опасности	Степень огнестойкости	Объём здания, тыс. м ³
1	2	3	4	5
1	Промышленное предприятие	А	I	22
2	- // -	Г	II	14
3	- // -	Д	III	12
4	- // -	Г	III	19
5	- // -	Б	I	37
6	- // -	В	II	30
7	- // -	В	IV	4
8	- // -	Б	I	52
9	- // -	Д	II	5
10	- // -	Г	III	40
11	- // -	В	III	19
12	- // -	Д	IV	18
13	- // -	Б	II	52
14	- // -	В	III	13
15	- // -	Г	III	15
16	- // -	Д	III	17
17	- // -	В	IV	10
18	- // -	Б	II	23
19	- // -	Б	II	50
20	- // -	В	II	50
21	- // -	Г	II	40
22	- // -	Д	IV	60

Индивидуальные задания

Внимательно изучить устройство и принцип действия огнетушителей и установок автоматического пожаротушения, принцип выбора огнетушащих веществ и выбрать средство пожаротушения для конкретных ситуаций по заданию преподавателя:

Задание 1

Произошло возгорание в библиотеке.

Задание 2

При неосторожном проливе дизтоплива произошло возгорание топливного бака трактора.

Задание 3

В химической лаборатории вода попала на металлический натрий и произошел пожар

Задание 4

Произошло короткое замыкание в электрической сети и загорелся электродвигатель.

Задание 5

Произошло возгорание текстильной пыли и отходов на швейной фабрике.

Задание 6

Обнаружено возгорание нефтепродуктов на автозаправочной станции.

Задание 7

Произошло возгорание в машинном отделении морского судна.

Задание 8

Произошел пожар в котельном цехе тепловой электростанции.

Задание 9

Произошло возгорание в кабельном тоннеле

Задание 10

Возгорание в магазине

Контрольные вопросы

1. Назовите принцип классификации огнетушащих средств. Как классифицируются огнетушащие вещества по способу прекращения горения?
2. Для тушения каких веществ можно применять в качестве огнетушащего вещества воду?
3. В чем заключается эффект тушения пожаров водой?
4. Какое действие на очаг пожара оказывает твердая углекислота? Для тушения каких возгораний она применяется? Какие знаете типы углекислотных огнетушителей?
5. Назовите преимущества и недостатки хладоновых составов при тушении пожаров.
6. Для тушения каких возгораний целесообразно применение порошковых огнетушащих составов? Назовите типы порошковых огнетушителей.
7. Как определяется класс загораний?
8. Выберите огнетушащее вещество для тушения: пыли, лесных и степных пожаров.
9. Как образуется химическая и воздушно-механическая пена? Приведите типы данных огнетушителей.
10. Назовите стационарные автоматические установки и их классификацию для тушения пожара.
11. В чем различие дренчерных и спринклерных установок? Когда они применяются?
12. Выберите тип огнетушителей для: автомобилей, перевозящих горюче-смазочные материалы; помещений с электроустановками; архивов с ценными материалами.

13. Назовите типы, устройство и принцип действия пенных, газовых, порошковых и аэрозольных огнетушителей.
14. Как осуществляется выбор средств пожаротушения?