

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им И.Раззакова**

Кафедра «Техносферная безопасность»

**Методические указания к выполнению практических работ
по дисциплине «Пожаровзрывозащита» для студентов направления
760300 «Техносферная безопасность», профиль «Защита в чрезвычайных
ситуациях»**



Бишкек 2019

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры ЭБ
прот. №

ОДОБРЕНО
Методическим советом ТФ
прот. №

Составители: к.т.н., проф. Калчоров А.К., доцент Степанов С.Б.,
преп. Мамбетакунов А.К.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Пожаровзрывозащита» для студентов направления 760300 «Техносферная безопасность» по профилю «Защита в чрезвычайных ситуациях»

Методические указания включают указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Пожаровзрывозащита». В издании рассмотрены методы расчета первичных средств пожаротушения, проведение исследования категорирования производств по взрывопожарной опасности и выбор первичных средств пожаротушения; определение нижнего и верхнего концентрационных пределов распространения пламени газовоздушной смеси; определение воспламеняемости аэрозолей мелкодисперсных органических порошков с оценкой их пожаровзрывоопасных свойств; планирования и организации эвакуации людей при пожаре
Табл.:16; илл.: 9, Библиогр.: 20 наименов.

Рецензент

Введение

Особенностью многих современных производств является использование в технологических процессах горючих веществ, которые могут вызвать и взрывы. Поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют важное государственное значение.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных мер и технических средств, направленных на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов. Для каждой технологической системы должны предусматриваться меры по максимальному снижению ее пожаровзрывоопасности путем:

- предотвращения взрывов и пожаров внутри технологического оборудования;

- защиты технологического оборудования от разрушения и максимального ограничения выбросов из него горючих веществ в окружающую среду при аварийной разгерметизации;

- исключения возможности взрывов и пожаров в объеме производственных зданий, сооружений и наружных установок;

- снижения тяжести последствий взрывов и пожаров. Знание основных характеристик пожаровзрывоопасности веществ, используемых в производстве, позволит снизить технологический риск, вызванный возможностью возникновения взрывов и пожаров.

В данном методическом указании приведены лабораторные работы, в которых экспериментальными методами определяются некоторые характеристики пожаровзрывоопасности газов и пылей.

Краткие теоретические сведения

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов характеризует их способность к возникновению и распространению горения, следствием которого может быть пожар или взрыв.

Горение – это быстропротекающая экзотермическая реакция интенсивного высокотемпературного соединения (окисления) или разложения горючего твердого, жидкого или газообразного вещества с интенсивным образованием теплоты и газообразных продуктов, сопровождающаяся выделением значительного количества тепла и лучистой энергии. Согласно современным представлениям к горению относят не только процессы взаимодействия вещества с кислородом, но и разложение взрывчатых веществ, соединений ряда веществ с хлором и фтором, оксидов натрия и бария с диоксидом углерода.

Пожар – это процесс, характеризующийся социальным и/или экономическим ущербом в результате воздействия на людей и/или материальные ценности фактов термического разложения и/или горения, развивающийся вне специального очага, а также применяемых огнетушащих веществ. Опасными факторами пожара, воздействующими на людей и материальные ценности, являются:

- пламя и искры;
- повышенная температура окружающей среды;
- токсичные продукты горения и термического разложения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода.

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок;
- электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов;
- опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара.

Взрыв – это быстрое экзотермическое превращение взрывоопасной среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных проводить работу. Опасными факторами, воздействующими на людей в результате взрыва, являются:

- ударная волна, во фронте которой давление чрезвычайно велико;
- пламя;
- обрушивающиеся конструкции, оборудование, коммуникации, здания и сооружения;
- образовавшиеся и/или выделившиеся из поврежденного оборудования недопустимые количества вредных веществ.

Пожаровзрывоопасную среду могут образовывать:

- смеси веществ (газов, паров, пылей) с воздухом и другими окислителями (кислород, озон, хлор, окислы азота и др.);
- вещества, склонные к взрывному превращению (ацетилен, озон, гидразин и др.).

Источником инициирования пожара, взрыва являются:

- открытое пламя, горящие и раскаленные тела;
- электрические разряды;
- тепловые проявления химических реакций и механических воздействий;
- искры от удара и трения;
- ударные волны;
- электромагнитные и другие излучения.

Образование взрывоопасной смеси может произойти в результате нарушений технологического режима, разгерметизации оборудования, ошибок в конструктивных и технологических решениях при проектировании

оборудования и процессов и других аварийных ситуациях, следствием которых является опасность возникновения взрыва.

С целью получения исходных данных для разработки систем по пожарной безопасности и взрывобезопасности для выбора категории помещений и зданий ГОСТ 12.1.044 устанавливает номенклатуру показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов (табл. 1). Выбор показателей зависит от агрегатного состояния вещества (материала) и условий его применения.

Различают:

- газы — вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 25 °С и давлении 101,3кПа превышает 101,3 кПа;
- жидкости — вещества, давление насыщенных паров которых при температуре 25 °С и давлении 101,3 кПа меньше 101,3 кПа, а также твердые плавящиеся вещества, температура плавления (каплепадения) которых меньше 50°С;
- твердые вещества (материалы) – вещества (материалы) с температурой плавления (каплепадения) больше 50°С, а также не имеющие температуру плавления (древесина, ткани и т.п.);
- пыли – диспергированные твердые вещества (материалы) с размером частиц менее 850 мкм.

Показатели пожаровзрывоопасности веществ

Таблица 1

Показатель	Агрегатное состояние			
	газы	жидкости	твердые	пыли
Группа горючести	+	+	+	+
Температура вспышки	–	+	+	–
Температура воспламенения	–	+	+	–
Температура самовоспламенения	+	+	+	+
Концентрационные пределы распространения (воспламенение)	+	+	–	+
Температурные пределы распространения (воспламенение)	–	+	–	–
Температура тления	–	–	+	+
Условие самовозгорания	–	–	+	+
Минимальная энергия зажигания	+	+	–	+
Минимальное содержание кислорода	+	+	–	+

Максимальное давление взрыва	+	+	-	+
------------------------------	---	---	---	---

Группа горючести – это классификационная характеристика способности веществ и материалов к горению. По горючести вещества и материалы подразделяются на три группы.

- негорючие (несгораемые) – вещества и материалы, не способные к горению в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);
- трудногорючие (трудносгораемые) – вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;
- горючие (сгораемые) – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Температура вспышки ($t_{всп}$) – это наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над ее поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, однако устойчивое горение при этом не возникает.

Температура воспламенения ($t_{восп}$) – это наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение.

Температура самовоспламенения ($t_{самов}$) – это наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается резкое увеличение скорости экзотермических реакций, сопровождающееся пламенным горением и/или взрывом.

Нижний (верхний) концентрационные пределы распространения пламени (НКПРП и ВКПРП) (φ_H - φ_B) – это минимальное (максимальное) содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при которой возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания. Невозможность воспламенения горючей смеси при концентрации ниже НКПРП объясняется малым количеством горючего вещества и избытком окислителя. Невозможность воспламенения горючей смеси при концентрации выше ВКПРП объясняется избыточным количеством горючего вещества и недостаточным количеством окислителя. Концентрационная область распространения пламени различных горючих веществ неодинакова. Наибольшую область имеют, например, оксид этилена, водород, а наименьшую – пропан, бутан и др. Чем ниже НКПРП и больше концентрационная область распространения пламени газо- и паровоздушных

смесей, тем большую пожарную опасность они представляют. Зная область распространения пламени, можно поддерживать такой режим применения и хранения горючих веществ, при котором концентрации этих веществ будут выше ВКПРП и ниже НКПРП. Такой режим создается соответствующими давлениями и температурами в аппаратах и хранилищах.

При определении пожарной опасности технологических процессов учитывают влияние на изменение пределов распространения пламени различных факторов. Например, иногда в реакторах смесь горючих газов (паров) с воздухом находится под давлением, большим или меньшим нормального. В этом случае пределы будут отличаться от справочных значений, приведенных для комнатной температуры и атмосферного давления.

Давление смеси. Горючие смеси различных веществ при повышении давления ведут себя неодинаково, так как имеют различные физико-химические свойства. Повышение давления до 3-4 МПа практически не влияет на нижние пределы. При этом ВКПРП углеводородов может существенно возрастать. Для газовых смесей заметное изменение области воспламенения наблюдается при пониженном давлении, при этом происходит ее сокращение. При минимальном или критическом давлении (при данной температуре) достигается смыкание нижней и верхней границ области воспламенения. Ниже этого давления воспламенение смеси любого состава невозможно.

Температура смеси. Повышение начальной температуры горючей смеси вызывает расширение пределов, при этом НКПРП уменьшается, а ВКПРП растет. Это объясняется тем, что при подводе тепла молекулам сообщается дополнительная энергия активации, что способствует более быстрому протеканию цепной реакции.

Для количественного учета влияния начальной температуры на пределы в ряде случаев пользуются правилом: при повышении температуры на каждые 100 °С НКПРП снижается на 10% от первоначальной величины, а ВКПРП увеличивается на 15%.

Изменение концентрационных пределов воспламенения в зависимости от температуры описывается формулами: (1)

$$\varphi_{Н, T_2} = \varphi_{Н, T_1} \left(1 - \frac{T_2 - T_1}{1550 - T_1} \right), \quad (1)$$

$$\varphi_{В, T_2} = \varphi_{В, T_1} \left(1 + \frac{T_2 - T_1}{1100 - T_1} \right), \quad (2)$$

где $\varphi_{Н,Т_1}$, $\varphi_{Н,Т_2}$, $\varphi_{В,Т_1}$, $\varphi_{В,Т_2}$ -соответственно НКПРП и ВКПРП при температурах T_1 и T_2 (температуры выражены в градусах абсолютной шкалы),% (об.)

Негорючие добавки. В тех случаях, когда по технологическим причинам процесс нужно вести при такой концентрации горючего газа с воздухом, которая находится в области распространения пламени, в смесь вводят *флегматизаторы*, в присутствии которых смесь становится негорючей. В качестве инертных флегматизаторов применяют азот, редко аргон, диоксид углерода и др.

Минимальной энергией зажигания ($W_{\text{мин}}$) называется наименьшее значение энергии электрического разряда, способное воспламенить наиболее легковоспламеняющуюся смесь горючего с воздухом.

Нижний (верхний) температурный предел распространения пламени (НТПРП, ВТПРП) – это минимальная и максимальная температуры вещества, при которых его насыщенный пар образует в окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему и верхнему концентрационным пределам распространения пламени.

Для обеспечения безопасности технологический процесс проводят при температуре ниже НТПРП на 10 К или выше ВТПРП на 15 К.

Предотвращение образования пожаровзрывоопасной среды должно быть обеспечено:

- применением герметичного производственного оборудования;
- применением рабочей и аварийной вентиляции;
- отводом, удалением взрывоопасной среды и веществ, способных привести к ее образованию;
- контролем состава воздушной среды и отложений взрывоопасной пыли;
- поддержанием состава и параметров среды вне области распространения пламени;
- максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;
- максимально возможным ограничением массы и/или объем горючих веществ, материалов и наиболее безопасным способом их размещения;
- изоляцией горючей среды;
- достаточной концентрацией флегматизатора в воздухе защищаемого объема (его составной части);
- поддержанием температуры и давления среды, при которых распространение пламени исключается;
- максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов, связанных с обращением горючих веществ;
- установкой пожароопасного оборудования по возможности в изолированных помещениях или на открытых площадках;
- применением устройств защиты производственного оборудования с горючими веществами от повреждений и аварий, установкой отключающих,

отсекающих и других устройств и т.д.

Предотвращение образования в горючей среде источников зажигания должно достигаться применением одним из следующих способов или их комбинацией:

- применением машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания;
- применением электрооборудования, соответствующего взрывоопасной и пожароопасной зонам (прил. 2);
- применением в конструкции быстродействующих средств защитного отключения возможных источников зажигания;
- применением технологического оборудования и процесса, удовлетворяющего требованиям электростатической безопасности;
- устройством молниезащиты зданий, сооружений и оборудования;
- поддержанием температуры нагрева поверхности машин, механизмов, оборудования, устройств, веществ и материалов, которые могут войти в контакт с горючей средой, ниже предельно допустимой, составляющей 80% наименьшей температуры самовоспламенения горючего и т.п.

Практическая работа № 1

Тема: «Изучение огнегасительных веществ и расчет первичных средств пожаротушения».

Цель работы: Изучение, применение, принцип действия, выбор и расчет средств пожаротушения.

Задачи: 1. Изучить методические указания. Используя лабораторные стенды и наглядные пособия, ознакомиться с первичными средствами пожаротушения;

2. Ознакомиться с огнегасительными веществами и областью их применения,

3. Изучить устройство и принцип действия спринклерной и дренчерной системы пожаротушения;

4. Провести расчет первичных средств пожаротушения.

Основные положения

Пожарная безопасность на производственных объектах регламентируется Законом Кыргызской Республики от 26 июля 2011 года №142 «Технический регламент «О пожарной безопасности»

Пожарная и взрывная безопасность промышленных предприятий должна быть обеспечена как в рабочем, так и в случае возникновения аварийной обстановки.

По каждому случаю должна быть установлена экономическая эффективность систем, обеспечивающих его пожарную безопасность. Экономическая эффективность должна устанавливаться с учетом вероятности пожара, стоимости объекта, размеров возможного ущерба от пожара, а также капитальных вложений и текущих расходов на системы предотвращения пожара и пожарной защиты.

Пожарная защита должна обеспечиваться:

1. Максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;

2. Ограничением горючих веществ и их размещением;

3. Предотвращением распространения пожара за пределы очага;

4. Применением средств пожаротушения;

5. Применением конструкций объектов с регламентированными пределами огнестойкости и горючести;

6. Эвакуацией людей;

7. Применением средств индивидуальной и коллективной защиты людей;
8. Системой противодымной защиты;
9. Применением средств пожарной сигнализации и связи;
10. Организация пожарной охраны объекта.

Пожарная профилактика при проектировании предприятий решается, в первую очередь, в соответствии с категорией производства.

Согласно НПБ 105-95, в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производственные объекты подразделяются на пять категорий: А, Б, В1 - В4, Г, Д.

Категория А - взрывопожароопасная.

К предприятиям этой категории относят нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, склады бензина, насосные для перегонки ЛВЖ, отделения ремонта топливных приборов.

Категория Б - взрывопожароопасная.

К предприятиям этой категории относятся цехи по приготовлению и транспортировке угольной пыли, промывочно-пропарочные станции цистерн и другой тары от мазута и других жидкостей с температурой вспышки паров 28-120°C.

Категория В1 - В4 -пожароопасная.

К предприятиям данной категории относятся лесопильные, деревообрабатывающие, модельные и лесотарные цехи, помещения маслоохладительных установок станции испытания дизелей.

Категория Г характеризуется наличием негорючих веществ и материалов в горячем и раскаленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр, пламени. К этой категории можно отнести цехи горячей штамповки, термические цехи, кузнечные цехи и котельные, отделения ремонта двигателей внутреннего сгорания.

Категория Д характеризуется наличием некоторых веществ и материалов в холодном состоянии. К этой категории относятся отделения ремонта автотормозов, станочное отделение механического цеха, участки станков и оборудования.

Определение категории помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от высшей А к низшей Д.

Все производственные помещения должны иметь первичные средства пожаротушения, системы автоматического пожаротушения, а в помещениях категории А, Б, В1-В4 и складские помещения должны быть оснащены системами пожарной сигнализации.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности на производстве несут их руководители или лица, исполняющие эти обязанности.

1. Способы прекращения горения и средства пожаротушения.

Выбор методов и средств тушения пожаров и загораний зависит от объекта, характеристики горящих материалов и класса пожара (таблица 1).

Классификация пожаров

Таблица 1

Класс пожара	Характеристика горящих материалов и веществ	Рекомендуемые огнетушащие составы и средства
А	Горение твердых горючих материалов, кроме металлов (дерево, уголь, бумага, резина, текстильные материалы и др.)	Вода и другие виды огнетушащих средств
В	Горение жидкостей и плавящихся при нагревании материалов (мазут, бензин, лаки, масла, спирт, стеарин, каучук, некоторые синтетические материалы)	Распыленная вода, все виды пен, порошки
С	Горение горючих газов (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (NO_2 , CO_2), порошки, вода (для охлаждения)
Д	Горение металлов и их сплавов (калий, натрий, алюминий, магний)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
Е	Горение оборудования, находящегося под напряжением	Порошки, углекислый газ, хладоны

При любом пожаре или загорании тушение должно быть направлено на устранение причин его возникновения и создание условий, при которых горение будет невозможно. При тушении надо учитывать, что скорость распространения пламени по поверхности твердых веществ составляет до 4 м/мин, а по поверхности жидкостей - 30 м/мин.

Продукты сгорания при пожаре представляют собой дисперсные твердые частицы, пары и газы. Температура их нагрева зависит от скорости сгорания веществ и распространения пламени, объема здания и воздухообмена. Дым, нагретый до высокой температуры, способствует распространению продуктов горения, задымлению помещений и затрудняет тушение пожара.

При пожаре выделяются инертные и горючие газы, а также дым. Состав горючих газов, в большинстве своем являющихся вредными, агрессивными

или ядовитыми, зависит от вида сгорающих материалов и интенсивности горения.

Вредные агрессивные или ядовитые газы выделяются при сгорании огнезащитных покрытий: древесины, полимерных строительных материалов и других веществ. Продукты неполного сгорания, распространяясь по зданию, при высокой температуре и притоке свежего воздуха могут воспламеняться.

Чтобы не допустить или прекратить горение, надо исключить одно из трех необходимых его условий: горючее вещество, окислитель или источник зажигания. Для этого применяют следующие способы:

- прекращают доступ окислителя в зону горения или к горючему веществу или снижают поступающий его объем до предела, при котором горение становится невозможным;
- понижают температуру горящего вещества ниже температуры воспламенения или охлаждают зону горения;
- ингибируют (тормозят) реакцию горения;
- механически срывают (отрывают) пламя сильной струей огнегасящего вещества.

Вещества или материалы, способные прекратить горение, называют огнегасящими средствами. К ним относят воду, химическую и воздушно-механическую пену, водные растворы солей, инертные и негорючие газы, водяной пар, галоидоуглеводородные смеси и сухие твердые вещества в виде порошков.

Огнегасящие средства классифицируют по следующим признакам:

1. По способу прекращения горения - охлаждающие (вода, твердая углекислота), разбавляющие концентрацию окислителя в зоне горения (углекислый газ, инертные газы, водяной пар), изолирующие зону горения от окислителя (порошки, пены), ингибирующие (галоидоуглеводородные смеси, в состав которых могут входить тетрафтордибромэтан (хладон 114В2), трифторбро-мэтан (хладон 13В1), бромистый метилен, а также составы на основе бромистого этила:

2. По электропроводности - электропроводные (вода, химические и воздушно-механические пены) и неэлектропроводные (инертные газы, порошковые составы);

3. По токсичности - нетоксичные (вода, пены, порошки), малотоксичные (CO_2 , N_2) и токсичные ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$).

2. Свойства огнегасительных веществ

Тушение пожара достигается применением таких тушащих веществ как вода, водные растворы некоторых солей, воздушно-механическую и химическую пены, инертные газы, порошковые составы, песок, кошма.

Вода по сравнению с другими огнегасящими веществами имеет наибольшую теплоемкость и пригодна для тушения большинства горючих веществ. Попадая на поверхность горящего вещества, вода нагревается и

испаряется, отбирая соответствующее количество теплоты и понижая его температуру. Выделяющийся пар имеет объем, в 1700 раз превышающий объем воды, поэтому он резко снижает концентрацию кислорода в зоне горения и затрудняет доступ окислителя к горючему веществу.

При подаче воды под высоким давлением достигается эффект механического срыва пламени, а не успевшая испариться жидкость стекает на расположенные рядом еще не загоревшиеся материалы, затрудняя их воспламенение. Для тушения веществ, плохо смачиваемых водой (торфа, упакованных в тюки шерсти, хлопка и др.), в нее для снижения поверхностного натяжения вводят поверхностно-активные вещества, (сульфанол НП-1, сульфат натрия 101-126, мыло). Применение смачивателей способствует проникновению воды вглубь твердых горячих материалов, что ускоряет их охлаждение и сокращает расход воды на тушение объекта в пределах 33...50% , уменьшает дымообразование.

Кроме таких преимуществ, как высокая эффективность, широкая доступность и низкая стоимость, воде свойственны и недостатки, ограничивающие ее применение. Водой нельзя тушить находящееся под напряжением электрическое оборудование, щелочные металлы, при взаимодействии, с которыми выделяется водород и образуется с воздухом взрывоопасная смесь, материалы, портящиеся или разлагающиеся под ее действием (например, книги или карбид кальция, выделяющий при попадании воды взрыво- и пожароопасный газ - ацетилен). В виде компактной струи воду нельзя применять для тушения ЛВЖ. Существенным недостатком считают и способность воды превращаться в лед при снижении ее температуры до 0°С и менее. Для понижения температуры замерзания применяют специальные добавки и антифризы (минеральные соли $K_2CO_3, MgCl_2$).

Водяной пар используют при тушении пожаров в помещениях объемом до 500 м³, а также небольших пожаров на открытых площадках и установках. Пар увлажняет горячие предметы и снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Огнегасительная концентрация водяного пара составляет примерно 36 % по объему.

Пены широко используют для тушения ЛВЖ и ГЖ. Пена представляет собой систему, в которой дисперсной фазой всегда является газ. Пузырьки газа могут образовываться внутри жидкости в результате химических процессов (химическая пена) или механического смешивания воздуха с жидкостью (воздушно-механическая пена). Чем меньше размеры пузырьков газа и поверхностное натяжение пленки жидкости, тем больше механическая устойчивость (малая вероятность разрушения) пены. Плотность химической пены колеблется в пределах 150...250г/м³, а воздушно-механической - 70...150 кг/м³, поэтому пены обоих видов свободно плавают на поверхности горючих жидкостей, не растворяясь в ней, охлаждая поверхность и изолируя ее от пламени. Способность пены хорошо удерживаться на вертикальных и потолочных поверхностях обуславливает ее незаменимость в ряде случаев

при тушении пожаров. Однако пена, как и вода, обладает электропроводностью, что ограничивает ее применение.

Воздушно-механическая пена получается при смешивании воды, в которую добавлен пенообразователь, с воздухом в пеногенераторах, воздушно-пенных стволах и огнетушителях. Пенообразователями называют вещества, находящиеся в коллоидном состоянии и способные адсорбироваться в поверхностном слое раствора на границе жидкость - газ. Используют пенообразователи ПО-1, ПО-1Д, ПО-1С, ПО-6К, а также морозоустойчивый (до - 40 °С) ПО «Морозко». Воздушно-механическая пена абсолютно безвредна для людей, не вызывает коррозию металлов, обладает высокой экономичностью.

Химическая пена образуется при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии пенообразователей. Она представляет собой концентрированную эмульсию диоксида углерода в водном растворе минеральных солей. Такую пену получают с помощью пеногенераторов или химических пенных огнетушителей. Из-за высокой стоимости и сложности приготовления химическую пену все чаще заменяют воздушно-механической.

К огнегасящим веществам, находящимся в нормальных условиях в газообразном состоянии, относятся: диоксид углерода, азот, инертные газы (аргон, гелий), водяной пар и дымовые газы. Их огнегасящая концентрация в воздухе находится в пределах 30...40%. Быстро смешиваясь с воздухом, эти газы понижают концентрацию кислорода в зоне горения, отнимают значительное количество теплоты и тормозят интенсивность горения.

Диоксид углерода (СО₂) применяют для быстрого (в течение 2-10 с) тушения загоревшихся двигателей внутреннего сгорания, электроустановок, небольших количеств горючих жидкостей, а также для предупреждения воспламенения и взрыва при хранении ЛВЖ, изготовлении и транспортировке горючих пылей (угольной и т. п.). Диоксид углерода хранят в сжиженном состоянии в баллонах, в том числе огнетушителях. При выпуске из баллона он сильно расширяется и, охлаждаясь, переходит в твердое состояние, образуя белые хлопья температурой -78,5 °С. Отбирая теплоту из зоны горения количеством 570 кДж на 1 кг твердого вещества, диоксид углерода нагревается и переходит в газообразное состояние — оксид углерода (углекислый газ). Так как углекислый газ примерно в 1,5 раза тяжелее воздуха, он оттесняет кислород от горящего вещества, прекращая реакцию горения. Диоксид углерода нельзя применять для тушения щелочных и щелочно - земельных металлов (так как он вступает с ними в химическую реакцию), этилового спирта (в котором углекислый газ растворяется) и материалов, способных гореть без доступа воздуха (например, целлулоид). При использовании СО₂ необходимо помнить о его токсичности при небольших (до 10 %) концентрациях, а также о том, что 20%-ное содержание диоксида углерода в воздухе смертельно для человека.

Инертные, дымовые газы и отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания чаще всего применяют для заполнения сосудов и емкостей с целью избежания пожара при выполнении сварочных работ.

Галоидоуглеводородные составы (газы и легкоиспаряющиеся жидкости) представляют собой соединения атомов углерода и водорода, в которых атомы водорода частично или полностью замещены атомами галоидов (фтора, хлора, брома). Огнегасительное действие таких составов основано на химическом торможении реакции горения, поэтому их еще называют ингибиторами или флегматизаторами. У галоидоуглеводородных составов большая плотность, повышающая эффективность пожаротушения, и низкие температуры замерзания, позволяющие использовать их при отрицательных температурах воздуха. Существенным недостатком таких составов является их токсичность при вдыхании и попадании на кожу. Кроме того, бромистый этил и составы на его основе в определенных условиях могут гореть, что ограничивает их использование.

Твердые огнегасительные вещества в виде порошков применяют для ликвидации небольших очагов загораний, а также горения материалов, не поддающихся тушению другими средствами. Порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующими их слеживанию и комкованию (например, с тальком) и способствующими плавлению (с хлористым натрием или кальцием). Такие составы обладают хорошей огнетушащей способностью, в несколько раз превышающей способность галоидоуглеводородов, и универсальностью, благодаря которой прекращается горение большинства горючих веществ. На горячей поверхности огнегасительные порошки создают препятствующий горению слой, а выделяющиеся при разложении негорючие газы усиливают эффективность тушения. Наиболее распространены порошки на основе бикарбоната натрия (ПСБ-3), диаммоний фосфата (ПФ), аммофоса (П-1А), насыщенного хладоном 114В2 силикагеля (СЙ-2) и другие. В зону горения порошки могут подаваться с помощью сжатого диоксида углерода, азота или механическим способом.

3. Первичные средства пожаротушения

Для тушения пожаров применяют первичные средства пожаротушения. К ним относятся ручные передвижные огнетушители, гидропульты, ведра, шанцевый инструмент (багры, лопаты, топоры). Эти средства применяют для тушения пожара в его начальной стадии до прибытия пожарных подразделений.

Наибольшее распространение, в качестве первичных средств пожаротушения, получили огнетушители. Они классифицируются по виду используемого огнетушащего вещества, объему корпуса и способу подачи огнетушащего состава, по виду пусковых устройств.

По виду применяемого огнетушащего вещества – пенные (воздушно-пенные, химически – пенные), газовые (углекислотные, хладоновые), порошковые, комбинированные.

По объему корпуса - ручные малолитражные с объемом корпуса до 5 литров; промышленные ручные с объемом корпуса от 5 до 10 л; стационарные и передвижные с объемом корпуса свыше 10 л.

По способу подачи огнетушащего состава - под давлением газов, образующихся в результате химической реакции компонентов заряда; под давлением газов, подаваемых из специального баллончика, размещенного в корпусе огнетушителя; под давлением газов, закаченных в корпус огнетушителя; под собственным давлением огнетушащего средства.

По виду пусковых устройств – с вентильным затвором; с запорно-пусковым устройством пистолетного типа; с пуском от постоянного источника давления.

Постоянное совершенствование конструкции огнетушителей, повышение таких показателей как надежность, технологичность, унификация ведет к созданию новых, более совершенных огнетушителей. Огнетушители маркируются буквами, характеризующими вид огнетушителя, и цифрами, обозначающими его вместимость.

3.1. Огнетушители пенные

Пенные огнетушители могут иметь заряд для образования химической и воздушно-механической пены. Ручные пенные химические огнетушители предназначены для тушения твердых и жидких веществ в начальной стадии пожара. Пенные огнетушители нельзя применять для тушения электроустановок под напряжением, так как пена является проводником электрического тока. Кроме того, пену нельзя применять при тушении щелочных металлов (натрия, калия), потому что, они взаимодействуя с водой, находящейся в пене, выделяют водород, который усиливает горение, а также при тушении спиртов, так как они поглощают воду, растворяясь в ней, и при попадании на них пена быстро разрушается.

К недостаткам пенных огнетушителей относится узкий температурный диапазон применения (+5°C до + 45°C), высокая коррозионная активность заряда, возможность повреждения объекта тушения, необходимость ежегодной перезарядки.

Наибольшее применение получили химически-пенные огнетушители ОХП-10, ОХВП-10.

Баллон пенного огнетушителя ОХП-10 (рисунок 1) изготовлен из листовой качественной стали. Под крышкой огнетушителя расположен пластмассовый стакан 2 для кислотной части заряда. Рукоятка 4 укреплена штифтом на штоке. Шток отжимается пружиной 9. При этом резиновый клапан 8, укрепленный на конце штока, закрывает стакан 2 с кислотной частью заряда. Кислотная часть является водной смесью серной кислоты с

сернистым окисным железом. Щелочная часть заряда (водный раствор двууглекислого натрия с солодковым экстрактом) залита в корпус огнетушителя. Баллон огнетушителя имеет спрыск 7, через который химическая пена выбрасывается наружу и предохранительный клапан. При засорении спрыска во время использования огнетушителя, при давлении 0,08-0,14 МПа, мембрана клапана разрывается, что предохраняет корпус огнетушителя от взрыва.

Принцип действия огнетушителя: рукоятка 4 поворачивается вверх на 180 градусов, при этом клапан 8 открывает стакан 2, баллон огнетушителя переворачивается, кислотная часть перемешивается с щелочной, которая находится в баллоне огнетушителя. В результате реакции образуется пена, которая выходит через спрыск 7. Рабочее давление в баллоне 0,5 МПа, время действия огнетушителя 50-70 секунд, кратность пены не ниже 6, стойкость 40 минут. При осмотре огнетушителей (не реже одного раза в месяц) проверяют наличие пломбы, прочищают спрыск, протирают корпус. Для зимних условий щелочную часть заряда растворяют в 5 литрах воды с добавлением раствора этиленгликоля.

Огнетушитель химический воздушно-пенный ОХВП-10 аналогичен по конструкции, но дополнительно имеет специальную пенную насадку, навинчиваемую на спрыск огнетушителя и обеспечивающую подсосывание воздуха. За счет этого при истечении химической пены образуется воздушно-механическая пена. Кроме того, в этом огнетушителе щелочная часть заряда обогащена небольшой добавкой пенообразователя типа ПО-1.

В качестве заряда воздушно-пенных жидкостных огнетушителей ОВП-5, ОВП-10 применяют 6 %-ный раствор пенообразователя ПО-1. Раствор из корпуса огнетушителя выталкивается углекислым газом, находящимся в специальном баллоне, в насадку, где он перемешивается с воздухом и образует воздушно-механическую пену.

Чтобы привести огнетушитель ОВП (рисунок 2) в действие, необходимо нажать на пусковой рычаг 4. При этом разрывается пломба и шток прокалывает мембрану баллона с углекислотой. Последняя, выходя из баллона через дозирующее отверстие, создает давление в корпусе огнетушителя, под действием которого раствор по сифонной трубке поступает через распылитель в раструб, где в результате перемешивания водного раствора пенообразователя с воздухом образуется воздушно-механическая пена. Продолжительность действия огнетушителя 45 секунд, кратность пены не ниже 5, стойкость 20 минут.

Стационарные огнетушители ОВПС-250А применяют в производственных помещениях, где постоянно имеется сжатый воздух. При пожаре к огнетушителю присоединяют напорный рукав со специальным стволом и открывают вентиль на трубопроводе сжатого воздуха. При вместимости корпуса 250 л образуется 2 м³ воздушно-механической пены, чего достаточно для тушения очага пожара на площади до 30 м².

Эффективность этого огнетушителя в 2,5 раза выше химических при одинаковой емкости.

3.2. Огнетушители газовые

Углекислотные огнетушители: ручные - ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 (рисунок 3) и транспортные ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400. В качестве огнетушащего вещества применяется сжиженный углекислый газ. Достаточно 12-15 % углекислого газа в окружающую среду, чтобы горение прекратилось. Углекислотный огнетушитель представляет собой стальной баллон, наполненный жидкой углекислотой и снабженный специальным вентилем-запором и раструбом. Рабочее давление в баллоне огнетушителя при температуре 20° С составляет 70 Ат. При выходе жидкой углекислоты из баллона она мгновенно превращается в углекислый газ, объем которого по сравнению с углекислотой увеличивается в 400-500 раз, что очень важно при тушении загораний.

Чтобы привести огнетушитель ОУ-2 в действие, необходимо снять баллон 1 с кронштейна и, держа его за ручку левой рукой, правой до отказа отвернуть маховичок 3, открыть вентиль 5 - запор и направить раструб 6 так, чтобы, выбрасываемая из него струя газа (длиной 1,5 - 3 м) попадала на очаг огня. Переход жидкой углекислоты в углекислый газ сопровождается резким охлаждением и часть ее превращается в «снег» в виде мельчайших кристаллических частиц (температура - 72°С). Во время работы огнетушителя баллон нельзя держать в горизонтальном положении, так как это затрудняет выход углекислоты через сифонную трубку 7. Углекислотный огнетушитель эффективно работает всего 40-60 секунд, поэтому при тушении пожара надо действовать быстро и энергично. Весовая проверка углекислотных огнетушителей проводится не реже одного раза в три месяца, а освидетельствование с гидравлическим испытанием - через пять лет. Запорное и предохранительное устройство углекислотных огнетушителей пломбируется.

Углекислотно-бромэтиловые огнетушители ОУБ-3А, ОУБ-7А предназначены для тушения горючих и тлеющих материалов (хлопка, текстиля), за исключением веществ, которые могут гореть без доступа воздуха, а также электроустановок находящихся под напряжением до 380 В. По внешнему виду и устройству ОУБ мало отличаются от углекислотных. Они лишь не имеют раструба, который у них заменен струеобразующей насадкой. Смесь заряда состоит из 3% жидкой углекислоты, 97% бромистого этила. За счет высокой смачивающей способности бромистого этила производительность ОУБ примерно в 4 раза выше углекислотных огнетушителей. Время действия огнетушителя 20-30 секунд, длина струи 3 - 4,5 м. Недостатки углекислотно-бромэтилового огнетушителя: токсичность и способность их образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.

Аэрозольные огнетушители ОАХ, ОХ-3, ОА-5 предназначены для тех же целей, что и углекислотно - бромэтиловые. Огнетушащий состав хладон (фреон), в процессе пожаротушения не оказывает воздействия на защищаемые

материалы и оборудование, что позволяет использовать эти огнетушители при тушении пожаров электронного оборудования, картин и музейных экспонатов.

Внутри корпуса ОА-5 укреплен баллон для сжатого газа, а в крышке смонтировано пусковое устройство. Для приведения огнетушителя в действие необходимо поднять рукоятку и нажать на пусковой рычаг. При этом шток проколет мембрану баллона. Газ из баллона будет поступать в корпус и выдавливать через сифонную трубку бромэтил в выходное сопло. Огнетушитель в работе должен находиться в вертикальном положении.

3.3. Огнетушители порошковые

Порошковые огнетушители ОП-1 (“Спутник”, “Момент”), ОП-2А, ОПС-10, ОП-5 применяются в основном для тушения загораний ЛВЖ и ГЖ, электроустановок под напряжением до 1000В, металлов и их сплавов. Огнетушащее действие порошков заключается в следующем: под воздействием сжатого газа порошок выбрасывается из огнетушителя наружу через насадок - распылитель, образовавшееся порошковое облако обволакивает горящее вещество и прекращает доступ воздуха к нему.

Порошковый огнетушитель ОП-10 (рисунок 4) состоит из стального корпуса, баллона для рабочего газа, с помощью которого порошок выталкивается из корпуса, крышки с запорно-пусковым устройством, сифонной трубки с диафрагмой, насадки для образования струи. Пусковой механизм огнетушителя включает в себя шток с иглой на конце и рычаг, нажимающий на шток при проколе мембраны баллона с выталкивающим газом. При нажатии на пусковой рычаг разрывается пломба и шток прокалывает мембрану. Рабочий газ, выходя из баллончика емкостью 0,7 л. через дозирующее устройство в ниппеле, поступает по сифонной трубке под диафрагму, увлекая порошок в трубку подачи порошка. В центре сифонной трубки (по высоте) имеется ряд отверстий, проходя через которые рабочий газ разрыхляет порошок.

Огнетушитель “Момент” представляет собой пластмассовый корпус, в котором содержится стаканчик с баллончиком для углекислоты, и запорно-ударный механизм. Корпус огнетушителя заряжают порошком ПСБ или ПС-1, которые удаляют кислород из зоны горения и тормозят процесс горения, т.е. являются ингибиторами. Для приведения в действия огнетушитель снять с кронштейна, встряхнуть, ударить головкой о твердый предмет. После срабатывания ударно-запорного устройства порошок из корпуса будет выталкиваться давлением газа. При этом образуется порошковое облако, которое гасит огонь. Время истечения порошка (20-50 сек) зависит от интенсивности встряхивания. Высыпают порошок на огонь так, чтобы он образовывал облако под пламенем.

3.4. Огнетушители самосрабатывающие порошковые.

ОСП – это новое поколение средств пожаротушения. Он позволяет с высокой эффективностью тушить очаги загорания без участия человека.

Огнетушитель представляет собой герметичный стеклянный сосуд диаметром 50 мм и длиной 440мм, заполненный огнетушащим порошком массой 1 кг. Устанавливается над местом возможного загорания с помощью металлического держателя (рисунок 5). Срабатывает при нагреве до 100°С (ОСП-1) и до 200°С (ОСП -2). Защищаемый объем до 9 м³.

Огнетушители ОСП предназначены для тушения очагов пожаров твердых материалов органического происхождения, горючих жидкостей или плавящихся твердых тел, электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В.

Достоинства ОСП: тушение пожара без участия человека, простота монтажа, отсутствие затрат при эксплуатации, экологически чист, нетоксичен, при срабатывании не портит защищаемое оборудование, может устанавливаться в закрытых объемах с температурным режимом от -50°С до + 50°С.

Генераторы объемного аэрозольного тушения пожаров (СОТ) – являются наиболее современными средствами пожаротушения. Предназначены для тушения пожаров ЛВЖ и ГЖ (бензин, керосин, органические растворители) и твердых материалов (древесина, изоляционные материалы, пластмассы и др.), а также электрооборудования (силовые и высоковольтные установки, бытовая и промышленная электроника).

3.5. Автоматические средства пожаротушения

Для пожаротушения в помещениях используют автоматические огнегасительные устройства. Наиболее широкое применение получили установки, которые в качестве распределительных устройств используют спринклерные или дренчерные головки (рисунок 6).

Спринклерная головка - это прибор, автоматически открывающий выход воды при повышении температуры внутри помещения, вызванной возникновением пожара. Спринклерные установки включаются автоматически при повышении температуры среды внутри помещения до заданного предела. Датчиком является сама спринклерная головка, снабженная легкоплавким замком, который расплавляется при повышении температуры и открывает отверстие в трубопроводе с водой над очагом пожара. Спринклерная установка состоит из сети водопроводных питательных и оросительных труб, установленных под перекрытием. В оросительные трубы на определенном расстоянии друг от друга ввернуты спринклерные головки. Спринклеры изготавливают на различные температуры срабатывания: 72°С, 93°С, 141°С, 182°С. Наибольшее распространение получили спринклерные головки типа 2СП с температурой срабатывания 72 °С.

Один спринклер орошает площадь 9 м² помещения в зависимости от пожарной опасности производства. Если в защищенном помещении

температура воздуха может опускаться ниже $+4^{\circ}\text{C}$; то такие объекты защищают воздушными спринклерными системами, отличающимися от водяных тем, что такие системы заполнены водой только до контрольно-сигнального устройства, распределительные трубопроводы, расположенные выше этого устройства в не отапливаемом помещении, заполняются воздухом, нагнетаемым компрессором.

Дренчерные установки по устройству близки к спринклерным и отличаются от последних тем, что оросители на распределительных трубопроводах не имеют легкоплавкого замка, и отверстия постоянно открыты, орошаемая площадь 12м^2 . Дренчерные системы предназначены для образования водяных завес, для защиты здания от возгорания при пожаре в соседнем сооружении, для образования водяных завес в помещении с целью предупреждения распространения огня и для противопожарной защиты в условиях повышенной пожарной опасности. Дренчерная система включается вручную или автоматически по сигналу автоматического извещателя о пожаре с помощью контрольно-пускового узла, размещаемого на магистральном трубопроводе.

В спринклерных и дренчерных системах могут применяться и воздушно-механические пены.

Полустационарные установки предусматриваются для тушения пожара внутри и снаружи зданий. Для этой цели внутри зданий на водопроводной сети устанавливают пожарные краны. Для наружного пожаротушения на трубах водопроводной сети устанавливают гидранты-устройства для отбора воды из подземной магистрали водопровода, имеющие два выходных патрубка для подсоединения пожарных рукавов. Расстояние между гидрантами должно быть не более 150м , а расстояние от гидранта до объекта не должно превышать 120м . Пожарные краны внутри зданий размещают у входа, на лестничных клетках, в коридорах. Длина пожарных рукавов принимается равной $10-20\text{ м}$. К передвижным огнегасительным установкам относятся специальные пожарные автомобили, пожарные поезда, двухколесные прицепы для доставки к месту пожара порошковых или углекислотных огнетушителей, мотопомпы для подачи воды из водоемисточника к месту тушения пожара, а также автоцистерны и прицепы для перевозки топлива и воды.

Пожарный поезд состоит из вагона насосной станции и цистерн для воды общей емкостью $50-100\text{ м}^3$. В вагоне насосной станции размещены: две стационарные мотопомпы, переносная мотопомпа, электростанция мощностью $4-6\text{ кВт}$ (для внутреннего освещения и питания переносных прожекторов), установка для получения воздушно-механической пены, а также всасывающие и выкидные рукава, стволы, ломы, багры, огнетушители, запас пенообразователя и пенопорошка, горюче смазочных материалов.

4. Методика расчета противопожарного водоснабжения и первичных средств пожаротушения

Противопожарное водоснабжение должно обеспечивать подачу воду к месту пожара в любое время года с необходимым напором.

Запас воды для целей пожаротушения определяется по формуле:

$$Q = 3,6 \cdot q \cdot t_n \cdot n \quad (1)$$

где q - удельный расход воды на внутреннее и наружное пожаротушение, л/с. Расход воды зависит объема объекта, категории производств по пожарной опасности и степени огнестойкости зданий и принимается по таблице 2.

t_n - расчетная продолжительность пожара, ч. Принимается равной 3 часам или определяется по формуле (2)

n - количество одновременных пожаров (1-3) принимается в зависимости от местности и площади застройки.

$$t_n = N/v \quad (2)$$

где N -количество горючего вещества, кг/м³

v -скорость выгорания вещества, кг/м³·ч

Необходимое количество пожарных щитов и их тип определяются в зависимости от категории помещений, зданий (сооружений) и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности, предельной защищаемой площади одним пожарным щитом и класса пожара в соответствии с табл. 4 приложения.

Пожарные щиты комплектуются первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом и инвентарем в соответствии с табл. 5 приложения.

Для помещений и наружных технологических установок категории А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности запас песка в ящиках должен быть не менее 0,5 м³ на каждые 500 м² защищаемой площади, а для помещений и наружных технологических установок категории Г и Д не менее 0,5 м³ на каждую 1000 м² защищаемой площади.

.Объем объекта пожара определяется из выражения:

$$V = S_{об} \cdot h, \quad (3)$$

где $S_{об}$ - площадь объекта, м²;

h - высота объекта, м.

Параметры и количество огнетушителей определяют исходя из специфики обращающихся пожароопасных материалов, дисперсности частиц и возможной площади пожара.

Потребное количество огнетушителей для производственных помещений определяют по формуле:

$$n = m_0 \times S, \quad (4)$$

где m_0 - нормируемое количество огнетушителей на площадь, шт./м²; принимается по табл. 6 приложения; S - площадь производственного помещения, м².

Допускается помещения, оборудованные автоматическими установками пожаротушения, обеспечивать огнетушителями на 50 % исходя из их расчетного количества.

Расчет необходимого количества огнетушителей следует вести по каждому помещению и объекту отдельно.

При наличии рядом нескольких небольших помещений одной категории пожарной опасности количество необходимых огнетушителей определяют с учетом суммарной площади этих помещений.

К источникам воды устраивают подъездные пути. Емкость водоема должна быть не менее 50м², глубина водоема не более 4 метров. Для тушения пожара воду берут также из противопожарного водопровода, оборудованного пожарными гидрантами. Внутри здания размещают пожарные краны с постоянно присоединенными к ним скатанными в спираль рукавами длиной 10-20метров. У выходов и проходов устанавливают пожарные краны с расстоянием 30м один от другого. Внутренний противопожарный водопровод не предусматривается в производственных зданиях I и II степеней огнестойкости, в которых находится несгораемые материалы и оборудование, или в зданиях III – V степеней объемом не более 1000м³ с категориями Г и Д.

При определении видов и количества первичных средств пожаротушения учитывают физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их отношение к огнетушащим веществам, а также площадь производственных помещений, открытых площадок и установок.

Комплектование технологического оборудования огнетушителями осуществляется согласно паспортов на это оборудование или соответствующим правилам пожарной безопасности.

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей в защищаемом помещении или на объекте следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара горючих веществ и материалов.

Выбор типа огнетушителя (передвижной или ручной) обусловлен размерами возможных очагов пожара.

Выбирая огнетушитель с соответствующим температурным пределом использования, необходимо учитывать климатические условия эксплуатации зданий и сооружений.

Если возможны комбинированные очаги пожара, то предпочтение при выборе огнетушителя отдается более универсальному по области применения.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должны размещаться не менее двух ручных огнетушителей.

Помещения категории Д могут не оснащаться огнетушителями, если их площадь не превышает 100 м².

При наличии нескольких небольших помещений одной категории пожарной опасности количество необходимых огнетушителей определяется согласно того, что расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м для помещений категорий А, Б и В; 40 м для помещений категории Г; 70 м для помещений категории Д и таблицам 2 и 3 с учетом суммарной площади этих помещений.

Помещения, оборудованные автоматическими стационарными установками пожаротушения (спринклеры и дренчеры), обеспечиваются огнетушителями на 50%, исходя из расчетного количества.

Порядок выполнения работы

1. Используя наглядные пособия и макеты ознакомиться с устройством газовых, пенных, аэрозольных и порошковых огнетушителей, произведя их сборку и разборку.

2. Определить, пользуясь данными табл. 1 и 2 приложения, категорию производства по степени пожарной опасности и степень огнестойкости здания (сооружения) для своего варианта.

3. Рассчитать для выбранного варианта работы запас воды для целей пожаротушения и количество первичных средств пожаротушения.

4. В отчете привести рисунки и краткое описание принципа действия, технические характеристики и область применения основных типов огнетушителей. Полученные расчетным путем данные занести в таблицу:

Наименование объекта	Первичные средства пожаротушения	Количество воды, л	Количество огнетушителей	Количество ящиков с песком	Количество пожарных щитов

Контрольные вопросы

1. Причины пожаров на машиностроительных предприятиях.
2. Как обеспечивается пожарная защита?
3. На какие категории по пожарной и взрывной опасности подразделяются промышленные объекты? Дать краткую характеристику каждой категории.
4. Назовите огнегасительные вещества, используемые для тушения пожара. Охарактеризуйте их.
5. Какие условия необходимы для предотвращения горения?
6. От чего зависит выбор огнетушителей?
7. Как привести в действие углекислотный огнетушитель?

8. Как привести в действие химический пенный огнетушитель?
9. Из чего состоит химическая и воздушно-механическая пена? В чем их отличие?
10. Что такое кратность и стойкость пены?
11. Как привести в действие порошковые огнетушители?
12. В чем отличие углекислотного и углекислотно-бромэтилового огнетушителей?
13. Область применения, устройство и принцип действия аэрозольных огнетушителей?
14. Что относится к автоматическим средствам пожаротушения?
15. Объясните устройство и принцип действия спринклерной системы пожаротушения.
16. Объясните устройство и принцип действия дренчерной системы пожаротушения.
17. Что относится к передвижным средствам пожаротушения?
18. Что входит в состав пожарного поезда?
19. Где применяются СОТ?

Конструктивные характеристики зданий в зависимости и от степени их огнестойкости

Таблица 2

Степень огнестойкости	Конструктивные характеристики
I	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов
II	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов. В покрытиях зданий допускается применять незащищенные стальные конструкции
III	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона. Для перекрытий допускается использование деревянных конструкций, защищенных штукатуркой или трудногорючими листовыми, а также плитными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня; при этом элементы покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
IIIа	Здания преимущественно с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса - из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции - из стальных профилированных листов или других негорючих листовых материалов с трудногорючим утеплителем
IIIб	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса из цельной или клееной древесины, подвергнутой огнезащитной обработке, обеспечивающей требуемый предел распространения огня. Ограждающие конструкции - из панелей или поэлементной сборки, выполненные с применением древесины или материалов на ее основе. Древесина и другие горючие материалы ограждающих конструкций должны быть подвергнуты огнезащитной обработке или защищены от воздействия огня и высоких температур так, чтобы обеспечить требуемый предел распространения огня.

IV	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из цельной или клееной древесины и других горючих или трудногорючих материалов, защищенных от воздействия огня и высоких температур штукатуркой или другими листовыми или плитными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня; при этом элементы покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
V	Здания, к несущим и ограждающим конструкциям которых не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня

Расход воды на пожаротушение в зависимости от объема здания и категории производства по пожарной опасности

Таблица 3

Степень огнестойкости зданий	Категория производства	Расход воды q (л/с) при объеме зданий, тыс. м ³ ,				
		до 3	3 - 5	5 - 20	20 - 50	50 - 200
I и II	Г, Д	5	5	10	10	15
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30
III	Г, Д	10	10	15	25	-
III	В	10	15	20	30	-
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	-
IV и V	В	15	20	20	40	

Нормы оснащения зданий (сооружений) и территорий пожарными щитами

Таблица 4

Наименование функционального назначения помещений и категория помещений или наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь одним пожарным щитом, м ²	Класс пожара	Тип щита
А, Б и В (горючие газы и жидкости)	200	А В (Е)	ЩП-А ЩП-В ЩП-Е

В (твердые горючие вещества и материалы)	400	А Е	ЩП-А ЩП-Е
Г и Д	1800	А В Е	ЩП-А ЩП-В ЩП-Е
Помещения и открытые площадки предприятий (организаций) первичной переработке сельскохозяйственных культур	1000	-	ЩП - СХ
Помещения различного назначения при проведении сварочных или других огнеопасных работ		А	ЩПП

Примечание: ЩП-А - щит пожарный для очагов пожара класса А; ЩП-В - щит пожарный для очагов пожара класса В; ЩП-Е - щит пожарный для очагов пожара класса Е; ЩП-СХ - щит пожарный для сельскохозяйственных предприятий (организаций); ЩПП - щит пожарный передвижной.

Нормы комплектации пожарных щитов немеханизированным инструментом и инвентарем

Таблица 5

Наименование первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и инвентаря	Нормы комплектации в зависимости пожарного щита и класса пожара				
	ЩП-А класс А	ЩП-В класс В	ЩП-Е класс Е	ЩП-СХ	ЩПП
Огнетушители:					
ОВП вместимостью 10 л	2+	2+	-	2+	2+
ОП* вместимостью 10 л	1++	1++	1++	1++	1++
вместимостью 5 л	2+	2+	2+	2+	2++
ОУ вместимостью 5 л	-	-	2+	-	-
Лом	1	1		1	1
Багор	1			1	

Крюк с деревянной рукояткой			1		
Ведро	2	1		2	1
Комплект для резки электропроводов: ножницы. диэлектрические боты и коврик			1		
Асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала)		1	1	1	1
Лопата штыковая	1	1		1	1
Лопата совковая	1	1	1	1	
Вилы				1	
Тележка для перевозки оборудования					1
Емкость для хранения воды объемом: 0,2 м ³	1			1	1
Ящик с песком		1	1		
Насос ручной					1
Рукав Ду 18 - 20 длиной 5 м					1
Защитный экран 1,4 х 2 м					6
Стойки для подвески экранов					6

Примечания: 1. Для тушения пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А - порошок ABC(E); классов В и (Е) - ВС(E) или ABC(E);

2. Знаком «++» обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком «+» - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком «-» - огнетушители которые не допускаются для оснащения данных объектов.

Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями

Таблица 6

Категория помещения	Предельная защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Пенные и водные огнетушители вместимостью 10 л	Порошковые огнетушители вместимостью, л / массой огнетушащего вещества, кг	Хладоновые огнетушители вместимостью 2 (3) л	Углекислотные огнетушители, вместимостью л / массой огнетушащего вещества, кг
---------------------	---	--------------	--	--	--	---

				2/2	5/4	10/ 9		2/2	5(8) / 3 (5)
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	200	А	2++	-	2+	1++	-	-	-
		В	4+	-	2+	1++	4+	-	-
		С	-	-	2+	1++	4+	-	-
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		(Е)	-	-	2+	1++	-	-	2++
В	400	А	2++	4+	2++	1 +	-	-	2+
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		(Е)	-	-	2++	1 +	2+	4+	2++
Г	800	В	2+	-	2++	1 +	-	-	-
		С	-	4+	2++	1 +	-	-	-
Г, Д	1800	А	2++	4+	2++	1 +	-	-	-
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		(Е)	-	2+	2++	1 +	2+	4+	2++
Общественные здания	800	А	4++	8+	4++	2+	-	-	4+
		(Е)	-	-	4++	2+	4+	4+	2++

Примечания: 1. Для тушения пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А - порошок ABC (Е); для классов В, С и (Е) - ВС (Е) или ABC (Е) и класса Д - Д.

2. Знаком «++» обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком «+» - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком «-» - огнетушители которые не допускаются для оснащения данных объектов.

3. В замкнутых помещениях объемом не более 50 м³ для тушения пожаров вместо переносных огнетушителей могут быть использованы огнетушители самосрабатывающие порошковые.

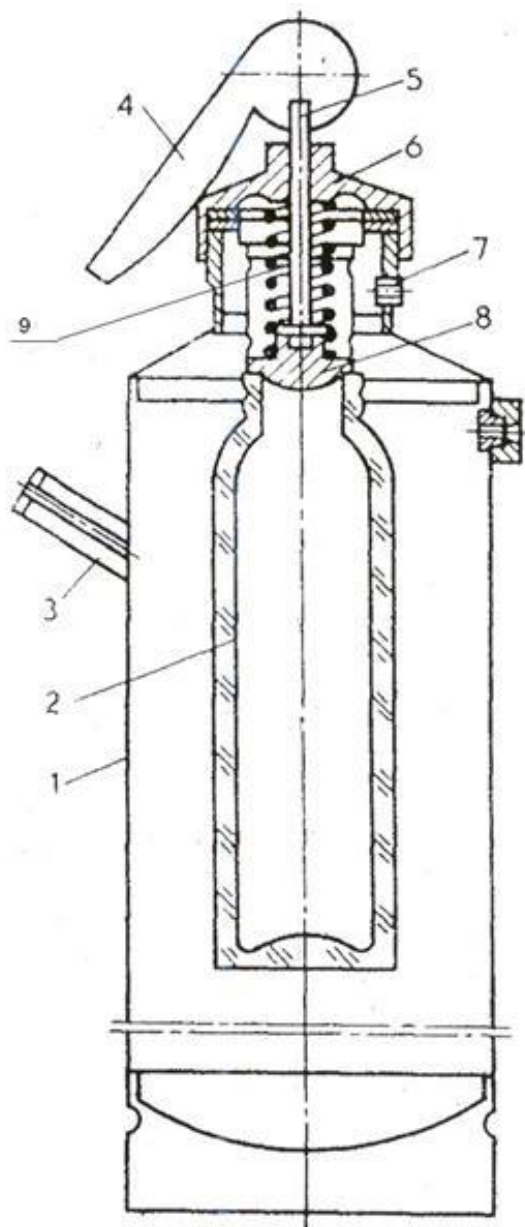


Рис. 1 - Химический пенный огнетушитель ОХП – 10

1 – корпус; 2 – стакан с кислотной частью заряда; 3 – ручка; 4 – рукоятка;

5 – шток; 6 – крышка; 7 – спрыск; 8 – клапан; 9 – пружина.

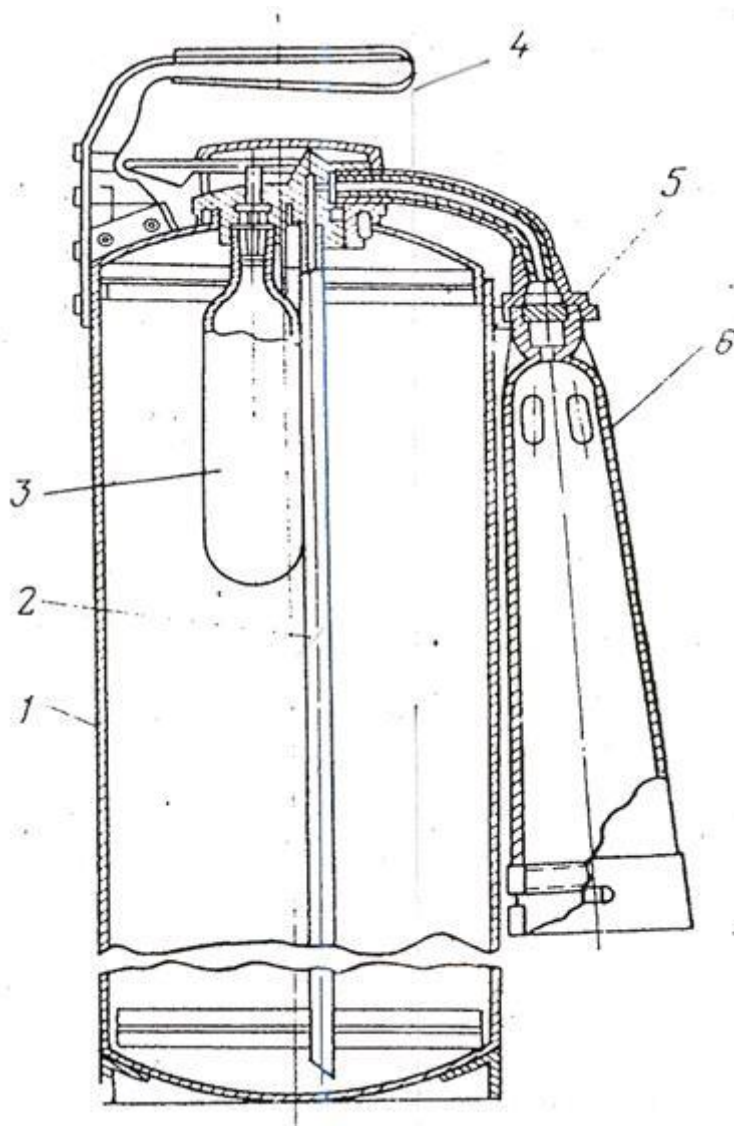


Рис.2 - Воздушно-пенный огнетушитель ОВП – 10

1 – корпус; 2 – сифонная трубка; 3 – баллон; 4 – рукоятка;
5 – распылитель; 6 – раструб с сеткой для подачи пены к очагу горения.

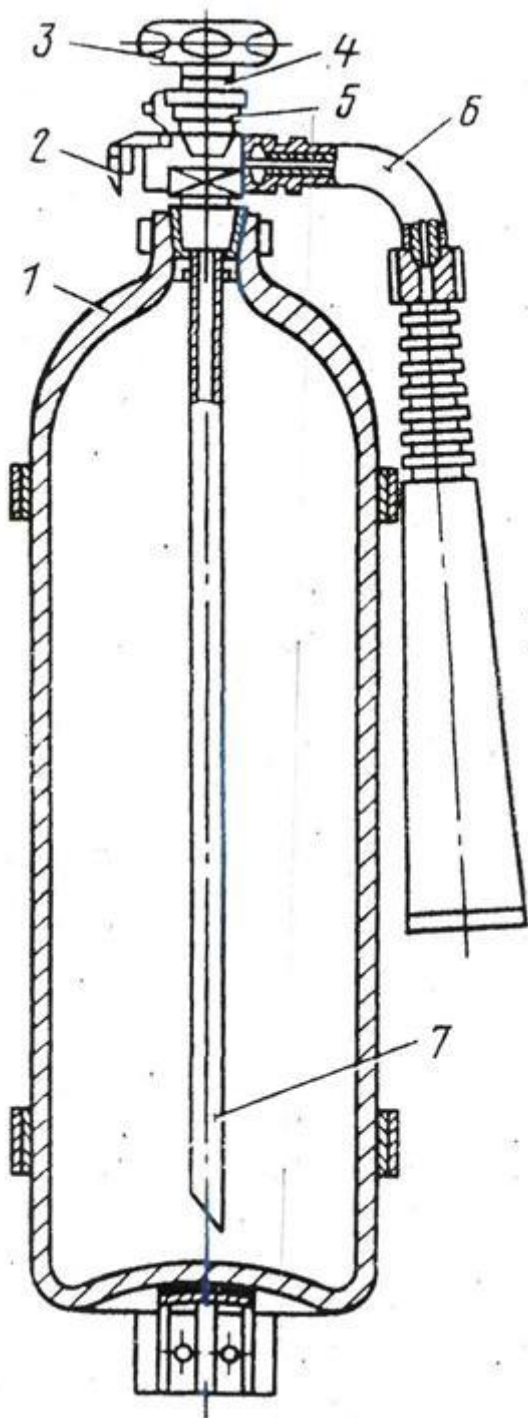


Рис. 3 - Углекислотный огнетушитель ОУ – 5

1 – баллон; 2 – предохранитель; 3 – маховичок вентиля-запора;
 4 – металлическая пломба; 5 – вентиль; 6 – поворотный механизм с
 раструбом; 7 – сифонная трубка.

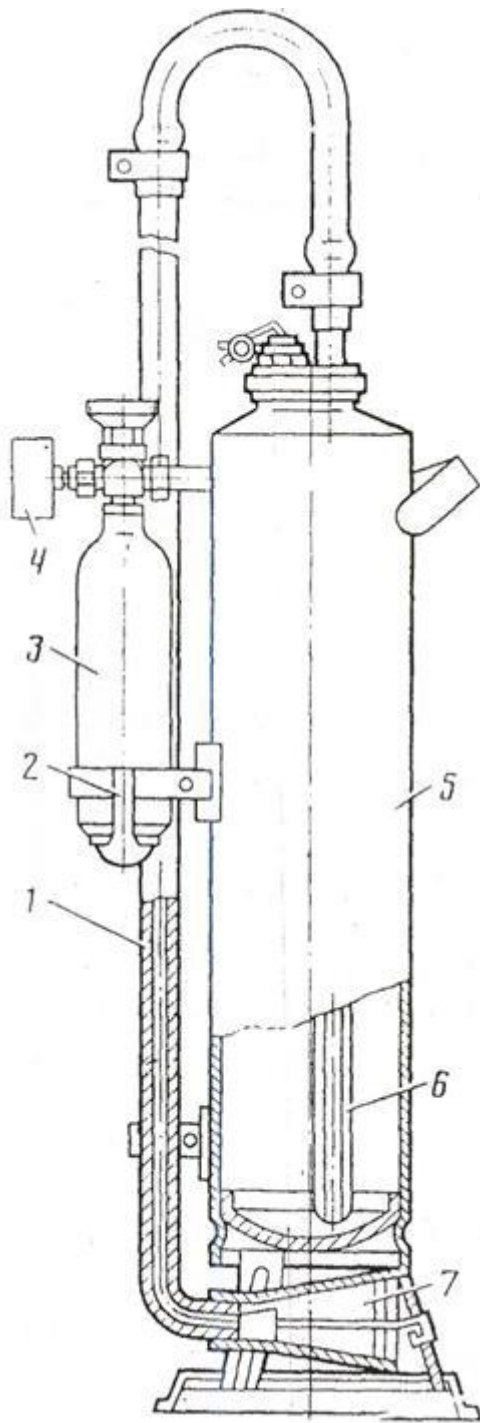


Рис. 4 - Огнетушитель порошковый ОП – 10

1 – удлинитель; 2 – кронштейн; 3 – баллон с рабочим газом; 4 – манометр;
5 – корпус; 6 – сифонная трубка; 7 – насадок.

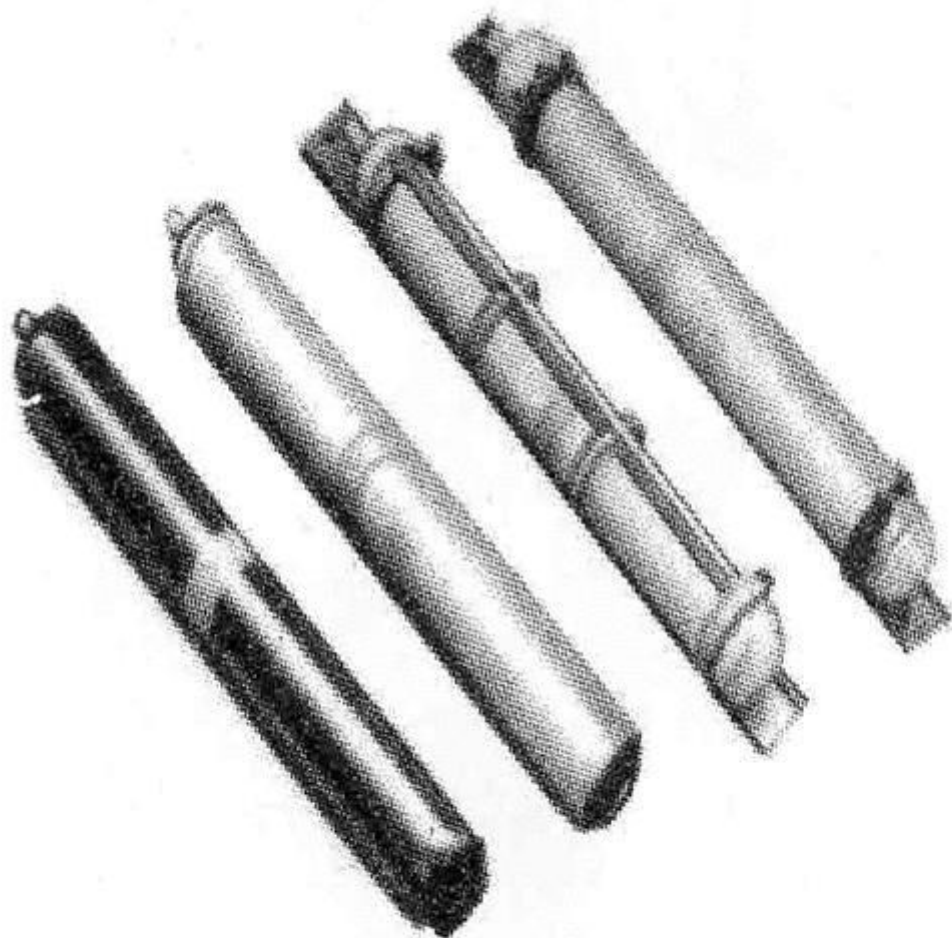


Рис. 5 – Огнетушители самосрабатывающие порошковые ОСП

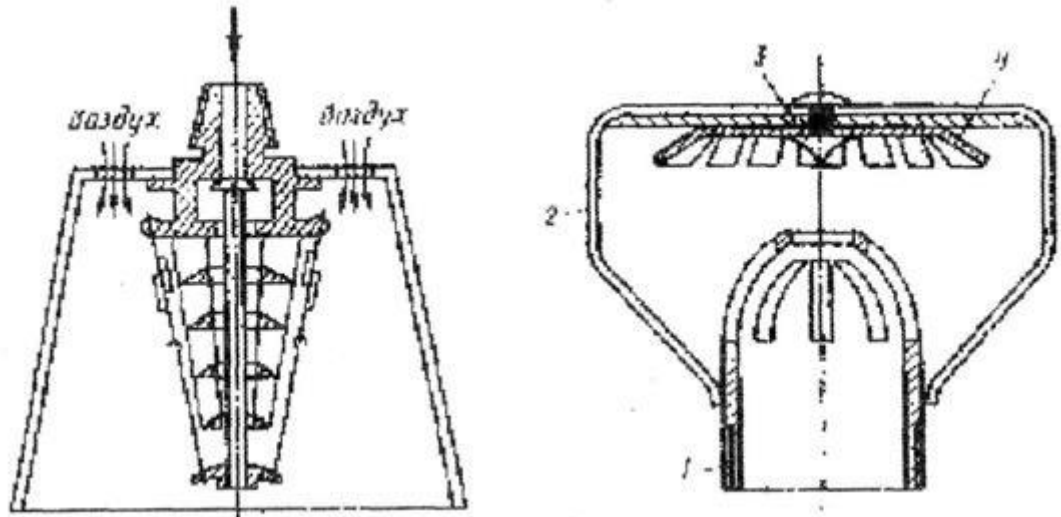


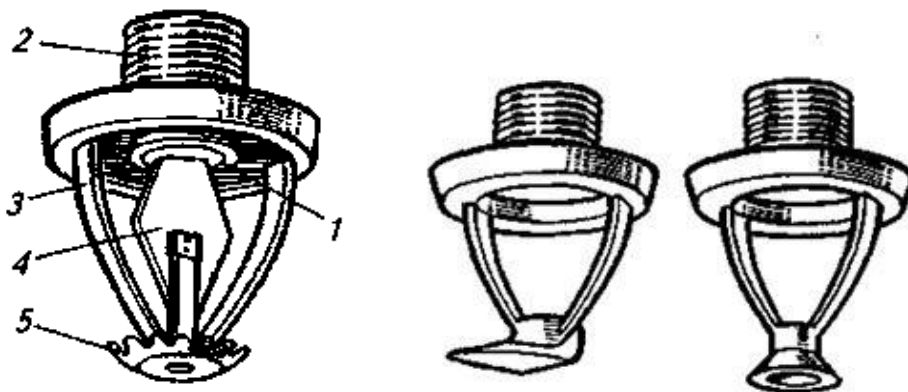
Рис. 6

а) дренажная головка

1 – корпус, 2 – дуга, 3 – дефлектор, 4 – розетка

б) спринклерная головка

1-шайба, поддерживающая клапан; 2- штуцер;
 3- рамка для крепления замка и розетки; 4-легкоплавкий замок клапан;
 5- розетка.



Используются технологии [uCoz](#)

Практическая работа № 2

Исследование категорирования производств по взрывопожарной опасности и выбор первичных средств пожаротушения.

Цель работы:

1. Изучить устройство, принцип действия и область применения ручных огнетушителей, а также правила пользования ими.
2. Определить категорию производства по взрывопожарной и пожарной опасности.
3. Рассчитать необходимое количество первичных средств пожаротушения, исходя из категории взрывопожарной опасности производства.

1. Общие сведения

В условиях промышленного производства подвергаются обработке или участвуют в технологическом процессе как вспомогательные материалы разнообразные легковоспламеняющиеся (ЛВЖ) и горючие жидкости (ГЖ) в холодном и нагретом состояниях при разном давлении и в различных аппаратах. Естественно, что наиболее опасным для производства являются повреждения и аварии аппаратов. При повреждении аппаратов и трубопроводов жидкости растекаются и испаряются. При этом в определенных температурных условиях могут образоваться взрывоопасные смеси паров жидкости с воздухом.

Взрыво- и пожароопасность производств различна и зависит в первую очередь от того, в каком агрегатном состоянии, при какой температуре и в каких концентрациях находятся вещества, материалы, с использованием и переработкой которых связано данное производство.

В соответствии с НАПБ Б.03.002-2007. "Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" производства подразделяются на 5 категорий: А, Б – взрывопожароопасные, В – пожароопасные, категории Г и Д названий не имеют (табл. 1).

Категории производств принимают по нормам, исходя из свойств и рассчитав количество горючих веществ, которые могут образовывать взрывоопасную смесь в помещении. Если расчетный объем взрывоопасной смеси превышает 5% свободного объема помещения, то производство относится к категории А, Б, если он равен или менее 5%, то производство не считается взрывоопасным. В зависимости от категории взрывопожарной и пожарной опасности производств к зданиям и сооружениям, в которых они

размещаются, предъявляются соответствующие требования огнестойкости и этажности, определяются мероприятия по проектированию технических средств противопожарной защиты и выбираются первичные средства пожаротушения.

На территории предприятий первичные средства пожаротушения (шланцевый инструмент, ведра, огнетушители) группируют на специальных щитах. Располагают их с таким расчетом, чтобы сооружения были от него на расстоянии не более 100 м, а хранилище с огнеопасными материалами – 50 м. По нормам щиты на территории предприятия располагают из расчета один щит на площадь до 5000 м². Средства пожаротушения окрашивают в красный цвет, а надписи на них и поверхность щита делают белыми.

Категорирование производств по взрыво-, пожароопасности (по НАПБ Б.03.002-2007)

Таблица 1

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, которые находятся (обращаются) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы (ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) с температурой вспышки не больше 28°С в таком количестве, что могут образовывать взрывопожароопасные газо-, паровоздушные смеси, в случае воспламенения которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, которое превышает 5 кПа. Вещества и материалы, которые способны взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или одно с другим, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючая пыль, волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки больше 28°С, горючие жидкости (ГЖ) в таком количестве, что могут создавать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, в случае воспламенения которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, которое превышает 5 кПа

В пожароопасная	Горючие газы (ГГ), легковоспламеняющиеся, горючие и трудногорючие жидкости, а также вещества и материалы, которые могут при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом взрываться и гореть или только гореть; горючая пыль и волокна, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А, Б и удельная пожарная нагрузка для твердых и жидких легковоспламеняющихся, трудногорючих и горючих веществ на отдельных участках (1) площадью не меньше 10 м ² каждая превышает 180 МДж/м ² (2)
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы (ГГ), жидкости и твердые вещества, которые сжигаются либо утилизируются как топливо
Д	Вещества и материалы, которые указаны выше для категорий помещений А, Б, В (кроме горючих газов) в таком количестве, что их удельная пожарная нагрузка для твердых и жидких горючих веществ на отдельных участках площадью не менее 10 м ² каждая не превышает 180 МДж/м ² , а также, негорючие вещества и/или материалы в холодном состоянии, при условии, что помещения, в которых находятся (обращаются) вышеуказанные вещества и материалы, не относятся к категориям А, Б и В

Примечание 1.Площадь отдельных участков для твердых и жидких трудногорючих, горючих, легковоспламеняющихся веществ, которые образуют пожарную нагрузку, определяют по размерам проекции их площади размещения (складирования), а также площади разлива во время расчетных аварий на горизонтальную поверхность пола.

Примечание 2.Помещение относится к категории В, если его площадь меньше или равняется 10 м²и в нем находятся (обращаются) горючие

материалы и вещества, которые создают пожарную нагрузку, при условии, что помещение не относится к категории А и Б.

По виду огнетушащего средства огнетушители (рис. 1) подразделяют на химические пенные (водные растворы щелочи и кислоты); воздушно-пенные (водные растворы пенообразователя, рабочий газ – азот, углекислый газ или воздух); углекислотные (сжиженный углекислый газ); аэрозольные (парообразные средства на основе галогенированных углеводородов); порошковые (сухие порошки различной рецептуры).

Химические пенные огнетушители предназначены для тушения очагов горения твердых материалов, а также горючих и легковоспламеняющихся жидкостей на площади не более 1 м². Их нельзя использовать для ликвидации пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением, а также для тушения веществ, вступающих в химическую реакцию с водой.

Наиболее широкое применение находит химический пенный огнетушитель марки ОХП-10 (рис. 1, а). Заряд огнетушителя состоит из кислотной и щелочной частей. Кислотная часть находится в полиэтиленовом стакане 1, щелочная – непосредственно в корпусе 2. Перед использованием огнетушителя следует прочистить отверстие спрыска 3. Для приведения огнетушителя в действие необходимо повернуть его рукоятку 4 на 180° до отказа, при этом открывается горловина с кислотной частью заряда. Затем нужно перевернуть огнетушитель вверх дном и слегка встряхнуть. В результате смещения кислотной и щелочной частей заряда происходит реакция пенообразования с выделением большого количества углекислого газа и повышением давления в корпусе. Пена вытесняется из огнетушителя через спрыск в виде компактной струи длиной 6-8 м. Продолжительность действия огнетушителя 60 с.

Воздушно-пенные огнетушители (ОВП-5; ОВП-10) предназначены для тушения различных веществ и материалов, за исключением щелочных металлов, а также веществ и материалов, которые недопустимо тушить водой (металлоорганические соединения и др.) и которые горят без доступа воздуха. Ими нельзя тушить пожары в электроустановках, находящихся под напряжением. Зарядом воздушно-пенного огнетушителя является 4-6%-й раствор пенообразователя ПО-1.

Огнегасительная эффективность воздушно-пенных огнетушителей в 2,5 раза выше химических пенных при одинаковой их вместимости.

Воздушно-пенный огнетушитель (рис. 1, г) состоит из стального корпуса 1, сифонной трубки 2, баллона 3 для выталкивания газа, крышки 4, рукоятки 5 и раструба 6 для подачи воздушно-механической пены.

Снизу на корпус надет башмак 7, обеспечивающий устойчивое положение огнетушителя на полу. Выталкивание заряда из корпуса огнетушителя происходит под давлением углекислого или другого нейтрального газа или воздуха, находящегося в стальном баллоне.

При нажатии на пусковой рычаг щиток прокалывает мембрану баллона и выходящая из него двуокись углерода создает в огнетушителе давление, под действием которого раствор по сифонной трубке поступает в распылитель, а затем в раструб с сеткой, где происходит перемешивание раствора с воздухом и образование воздушно-механической пены. В рабочем положении огнетушитель следует держать вертикально, не наклоняя и не переворачивая.

Углекислотные огнетушители (ОУ-2; ОУ-5; ОУ-8) предназначены для тушения небольших очагов загорания различных веществ и материалов, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Огнетушители могут быть применены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением не более 380 В. В качестве заряда используется сжиженная углекислота под избыточным давлением. Углекислота не токопроводна, не оказывает никаких остаточных воздействий на окружающие предметы. Углекислотный огнетушитель (рис. 1, в) представляет собой стальной баллон 1, в горловину которого на конусной резьбе ввернут вентиль 2 с сифонной трубкой 3. Запорный вентиль имеет предохранительное устройство 4 мембранного типа, которое автоматически разрезает баллон огнетушителя при повышении в нем давления сверх допустимого. Раструбы огнетушителей ОУ-2 и ОУ-5 присоединены к корпусу вентиля шарнирно. Раструб огнетушителя ОУ-8 соединен с корпусом вентиля с помощью гибкого шланга 7.

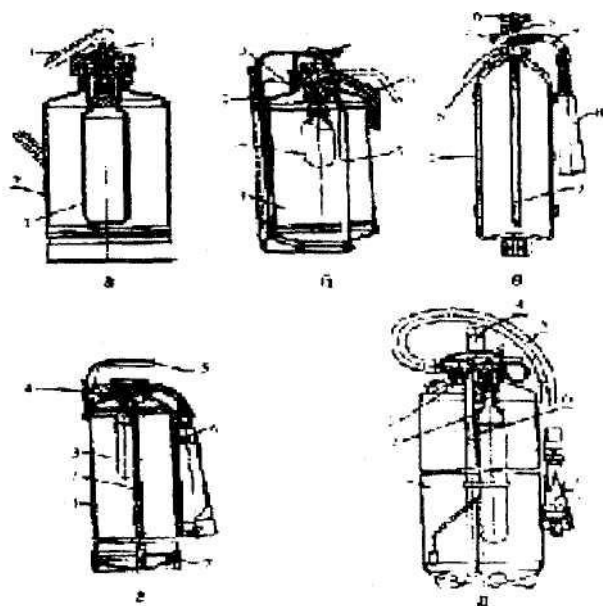


Рис. 1. Типы огнетушителей: а – химический; б – аэрозольный; в – углекислотный; г – воздушно-пенный; д – порошковый

Углекислотные огнетушители заполнены углекислотой под давлением около 7 МПа. Углекислотные огнетушители проверяют не реже двух раз в год путем взвешивания.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо взять баллон огнетушителя за рукоятку 5 и, направив раструб-снегообразователь на очаг горения, медленно поворачивать маховичок вентиля 6 против часовой стрелки. Углекислота поступает через сифонную трубку и вентиль в раструб 8, где превращается в снегообразную массу.

Аэрозольные огнетушители(ОА-1; ОА-3) предназначены для ликвидации загорания в электроустановках, находящихся под напряжением 380 В, и на транспортных средствах с двигателями внутреннего сгорания. Аэрозольный огнетушитель (рис. 6.1, б) представляет собой стальной корпус 1, в горловину которого ввернута крышка 2 с запорно-пусковым устройством 3. Внутри огнетушителя находится баллончик 4 со сжатым газом и сифонная трубка 5. Баллон со сжатым газом имеет запорный шарик, которым при необходимости можно прекратить подачу огнетушащего состава.

При ликвидации загорания поднимают рукоятку 6 и нажимают на пусковой рычаг до упора. Шток прокалывает мембрану баллона, перемещает шарик и открывает доступ газа из баллона в корпус огнетушителя. За счет увеличения давления бромистый этил через сифонную трубку поступает в выходное сопло, где жидкая фаза заряда превращается в газожидкостную аэрозольную струю.

Порошковые огнетушители применяют для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, растворителей, щелочных металлов, а также загораний в электроустановках, находящихся под напряжением не более 380 В.

Отечественной промышленностью выпускаются порошки ПСБ и-ПС-1.

Порошок ПСБ (сухой бикарбонатный) состоит из бикарбоната натрия с добавлением 10% талька марки ТКВ и 2% стеаратов металлов: железа, алюминия, магния, кальция, цинка.

Порошок ПС-1 состоит из кальцинированной соды с добавлением стеаратов одного из металлов в количестве 2,5-3,0% и 1,0-1,5% графита.

При тушении загораний используются в основном три типа переносных огнетушителей: ОП-1, ОПС-6, ОПС-10.

Огнетушитель ОП-1 "Спутник" вместимостью 1 л удобен при тушении небольших загораний на автомобилях и сельскохозяйственных машинах. Огнетушитель состоит из корпуса, сетки и крышки, изготовленных из

полиэтилена. Во время пользования огнетушителем крышку снимают и через сетку порошок ПСБ вручную выбрасывают на очаг горения.

Огнетушитель ОПС-10 (рис. 1, д) состоит из корпуса 1 с предохранительным клапаном, двух штуцеров, баллончика для газа 2, крышки 3, вентиля 4, шланга 5, сифонной трубки 6, насадки 7. Вместимость баллона 10 л, воздушного баллончика – 0,7 л с давлением до 15 МПа. Для приведения огнетушителя в действие следует открыть вентиль газового баллончика и направить насадку на горящую поверхность.

2. Определение категории производства по взрывопожарной и пожарной опасности

Категорирование производств по взрывопожарной и пожарной опасности рассчитывается в такой последовательности:

- определяем объем взрывоопасной смеси $V_{вс}$, м³:

$$V_{вс} = 1,5 \frac{G}{C_{нпв}}, \quad (1)$$

где G – общее количество поступивших в помещение веществ, г;

$C_{нпв}$ – нижний концентрационный предел воспламенения вещества, г/м³.

Предполагается, что во время аварии вытекает все количество горючей жидкости из емкости, аппарата или трубопровода. Если объем взрывоопасной смеси, определенной по формуле (1), больше 5% свободного объема помещения ($V_{вс} > 0,05V_{пом}$), то производство относится к взрывоопасной категории (А, В). Если объем взрывоопасной паровоздушной смеси составляет более 5% объема помещения, то необходимо определить время образования взрывоопасной паровоздушной смеси в объеме 5% от объема помещения, ч:

$$\tau_{5\%} = \frac{0,18V_{пом}C_{нпв}}{K \cdot P_n \sqrt{M \cdot F}}, \quad (2)$$

где 0,18 – коэффициент, учитывающий запас и размерность величин;

$V_{пом}$ – объем помещения, м³;

K – коэффициент, учитывающий температуру горючей жидкости, воздуха в помещении, скорость движения воздуха;

P_n – давление насыщенных паров, мм.рт. ст.;

F–площадь поверхности испарения жидкости, м². При испарении горючих жидкостей принимается, что 1 л жидкости растекается по поверхности площадью 1 м²;

M –молекулярная масса жидкости, г.

Если время образования взрывоопасной паро-воздушной смеси $\tau_{5\%} \geq 1$ ч, то производство невзрывоопасно (категория В, Г, Д). Если $\tau_{5\%} < 1$ ч, то производство взрывоопасно (категория А, Б).

Номер варианта и исходные данные для определения категории производств приведены в табл. 6.2.

Определив по табл. 1 категорию производства по взрывопожарной и пожарной опасности, необходимо выбрать по нормам (таблица исходные данные по варианту) количество первичных средств пожаротушения. Исходя из заданной площади защищаемого помещения (табл. 6.2) и заполнить таблицу результаты расчета.

Определение требуемого количества средств пожаротушения

Таблица 2

Категории помещения	Площадь защищаемого помещения, м ²	Количество средств пожаротушения			
		Углекислотные огнетушители	Пенные огнетушители (хим., возд., жид.)	Ящик с песком вмест. 0,5; 1 и 3 м ³ и лопата	Войлок, кошма или асбест (1x1; 2x1,5; 2x2 м)
Произ. здания., сооруж. и уст-ки, кат. пожаро- и взрывоопасности					
А, Б	400-500	2	4	1	1
В	500-600	1	4	-	-
Г	600-800	1	2	1	1
Д	600-800	1	1	-	-

3. Порядок выполнения работы

Работу выполнить в следующей последовательности:

1. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте.
2. Ознакомиться с классификацией производств по взрывопожарной и пожарной опасности.

3. Изучить устройство, принцип действия, область применения ручных огнетушителей, зарисовать их схемы.
4. Определить категорию производства по взрывопожарной и пожарной опасности аналитическим методом.
5. Исходя из категории производства, выбрать количество и типы первичных средств пожаротушения.

Контрольные вопросы

1. Какие и сколько имеется категорий производств по взрывопожарной и пожарной опасности?
2. Чем характеризуются категории А, Б?
3. Что включает в себя первичные средства пожаротушения?
4. Перечислите типы огнетушителей и область их применения.
5. Устройство пенных огнетушителей.
6. Устройство углекислотных, аэрозольных и порошковых огнетушителей.
7. Порядок определения категории производств по взрывопожарной и пожарной опасности аналитическим методом.

Практическая работа № 3

Определение нижнего и верхнего концентрационных пределов распространения пламени газовоздушной смеси.

Цель работы: Экспериментальное определение нижнего и верхнего концентрационных пределов распространения пламени газовоздушной смеси.

1. Общие сведения

Нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени ($\varphi_{н,в}$) индивидуальных горючих веществ рассчитываются по следующей формуле:

$$\varphi_{н, \varphi_{в}} = \frac{100}{a_M \beta + B_M}, \quad (3)$$

где β – стехиометрический коэффициент кислорода, рассчитывается по зависимости (4);

a_M, B_M – универсальные константы, значения которых приведены в табл. 2.

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}, \quad (4)$$

где n_C, n_H, n_X, n_O , – число атомов соответственно углерода, водорода, галоидов и кислорода в молекуле горючего.

Таблица 2

Константы для расчета НКПР и ВКПР газов

Рассчитываемый предел распространения пламени	a_M	B_M
– нижний	8,684	4,679
– верхний		
при $\beta \leq 7,5$	1,550	0,560
при $\beta > 7,5$	0,768	6,554

Нижний φ_n (верхний φ_v) предел распространения пламени для смеси горючих веществ в % (об.) вычисляется по формуле.

$$\varphi_{н,в} = \frac{\sum_{k=1}^n \varphi_k}{\sum_{k=1}^n \frac{\varphi_k}{\varphi_{П_k}}}, \quad (5)$$

где φ_k – концентрация k -го горючего компонента в горючей смеси, % (об.),

$$\sum_{k=1}^n \varphi_k = 100\%(\text{об.});$$

причем

$\varphi_{П_k}$ – нижний или верхний предел для бинарной смеси k -горючего компонента с воздухом, % (об.)
 n – число горючих компонентов смеси.

2. Применяемые приборы и оборудование

Для экспериментального определения концентрационных пределов распространения пламени используется установка (рис. 1), состоящая из мерного цилиндра 1, смесителя 2 и аспиратора 4 для составления газозвушной смеси с определенной концентрацией горючего вещества, а также взрывной камеры 3, индуктора 11 и аспиратора 5 для исследования газозвушной смеси на взрываемость. Источником инициирования взрыва является искра, возникающая между электродами 12 при замыкании контактов индуктора, к которому подводится 12 В постоянного напряжения.

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством лабораторной установки, при этом краны 6, 7, 8 и зажимы 9,10 должны быть закрыты, а резиновая пробка 13 без усилия установлена во взрывную камеру 3.
2. Заполнить водой всю установку. Для этого необходимо открыть воздушную линию краном 6, соединить мерный цилиндр с атмосферой;
 - разжать зажимы 9,10 и дождаться, пока вода из аспиратора 5 заполнит взрывную камеру 3 до тройника 14. Отпустить зажимы 9 и 10;
 - заполнить водой смеситель 2 и мерный цилиндр 1, открыв кран 8 и подняв аспиратор 4 (до уровня крана 6); Закрыть краны 8 и 6.
3. Приготовить 300 мл экспериментальной газозвушной смеси. Для этого необходимо:
 - 1) подать природный газ в мерный цилиндр, для чего:
 - соединить краном 6 мерный цилиндр 1 и газовую линию;
 - открыть газовую линию краном 7;
 - расположить аспиратор 4 ниже смесителя 2 и, медленно открывая кран 8, подать в мерный цилиндр 1 рассчитанное количество газа;
 - закрыть краны 8, 7 и 6;

2) оставшийся объем (до 300мл) заполнить атмосферным воздухом, для этого необходимо: открыть кран 8; опустить аспиратор 4 ниже смесителя 2 и соединить мерный цилиндр и смеситель с атмосферой 6; закрыть краны 8,6; аспиратор 4 поместить в исходное положение.

4. Приготовленной газозвдушной смесью заполнить взрывную камеру 3 (до указанной на ней отметки). Для этого открыть кран 8 и зажимы 9,10 и дождаться, пока газозвдушная смесь вытеснит воду из взрывной камеры 3 в аспиратор 5. Уровень воды во взрывной камере перед взрывом должен быть ниже электродов индуктора.

После этого отпустить зажимы 9 и 10 и кран 8 закрыть.

5. Для предотвращения попадания искры в смеситель необходимо:

- после заполнения газозвдушной смесью взрывной камеры 3 соединить краном 6 мерный цилиндр с атмосферой; открыть кран 8 и заполнить водой смеситель 2 до тройника 14; затем закрыть кран 8 и зажимы 9,10.

6. Замкнуть на 1-2 секунды контакты индуктора 11 и констатировать наличие или отсутствие взрыва. Если взрыва не произошло, опыт повторить, увеличив концентрацию газа в смеси на 0,5%, а затем повторить п.п. 2-6. Если взрыв произошел, опыт повторить, уменьшив концентрацию газа в смеси на 0,5%, а затем повторить п.п. 2-6. Результаты записать в табл. 2.

Экспериментально найденным НКПРП (ВКПРП) является среднее арифметическое значение концентрации газа в воздухе между опытами, когда взрыв произошел и когда взрыв отсутствовал.

Основные требования безопасности при выполнении лабораторной работы:

- строгое соблюдение последовательности операций;
- следить за правильным положением зажимов 9 и 10 на соединит. шлангах;
- со стеклянными элементами установки следует обращаться осторожно: медленно, без усилий.

Определение концентрационных пределов распространения пламени смеси «газ-воздух»

Таблица 2

№ опыта	Объем в смесителе, мл		Концентрация метана смеси, объем. %	Отметить «взрыв был» или «взрыва нет»	Значение НКПР, об. %	
	всего смеси	в т. числе горючего газа			расчетный	экспериментальный
1	300					
2						
3						

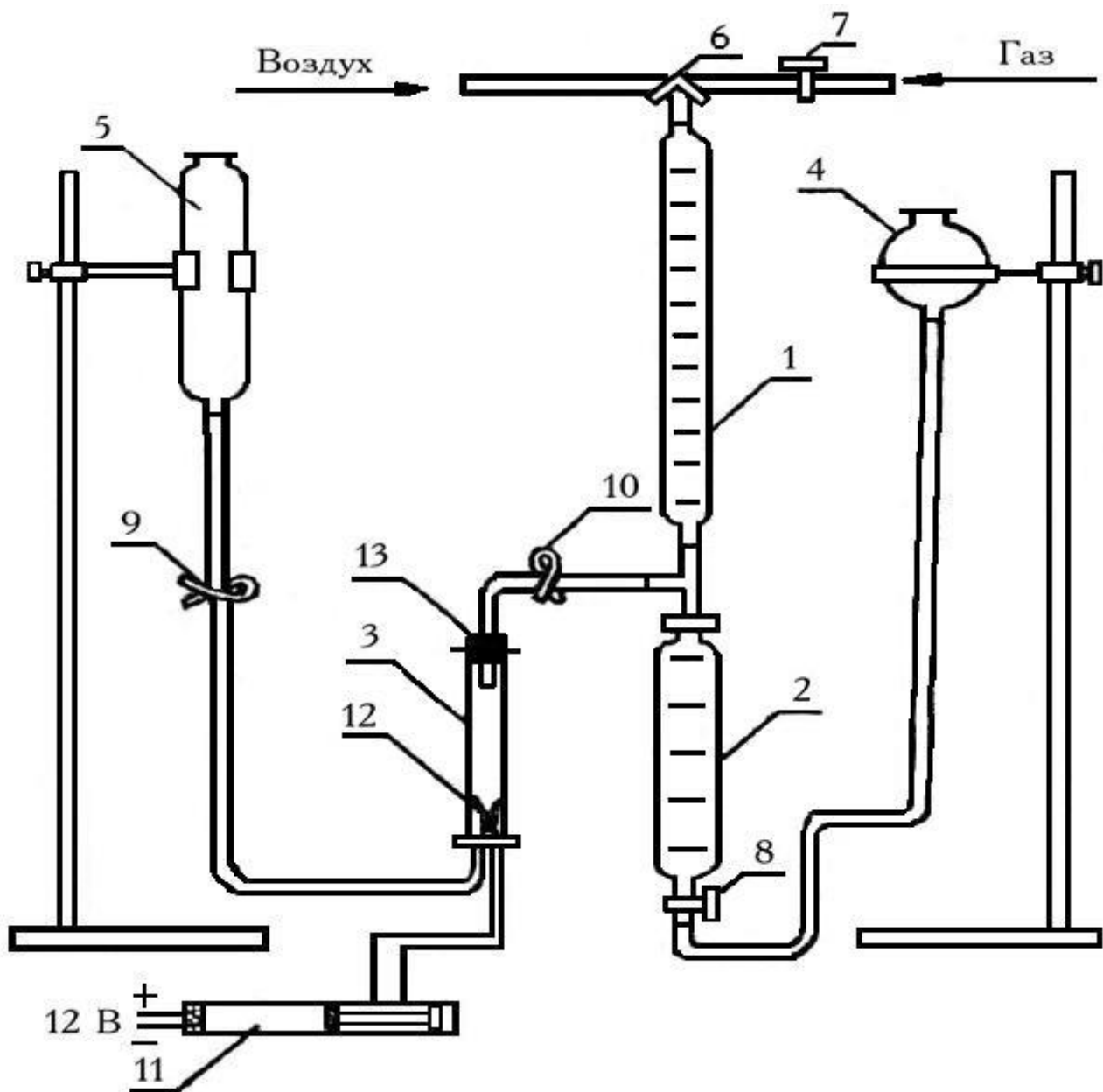


Рис. 1. Лабораторная установка по определению концентрационных пределов распространения пламени газовоздушной смеси: 1 – мерный цилиндр; 2 – смеситель; 3 – взрывная камера; 4,5 – аспираторы; 6,7,8 – краны; 9,10 – зажимы; 11 – индуктор; 12 – электроды индуктора; 13 – резиновая пробка

Вопросы допуска для выполнения практической работы

1. Сформулируйте цель лабораторной работы.
2. Перечислите основные требования безопасности при выполнении данной лабораторной работы.
3. Какие элементы установки используются для приготовления (взрываемости) газовоздушной смеси?
4. Перечислите последовательность действий при заполнении водой взрывной камеры.

5. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе со стеклянными кранами установки?
6. Какую роль выполняет аспиратор 4 (5)?
7. Нужно ли изменять положение аспиратора 5 при заполнении водой взрывной камеры?
8. Каково назначение крана 6 (7)?
9. До какого уровня необходимо заполнить водой мерный цилиндр 1?
10. Можно ли полностью заполнить водой мерный цилиндр, не изменяя положения аспиратора 4?
11. Сколько миллилитров природного газа необходимо первоначально подать в установку при определении НКПП?
12. На какой уровень мениска жидкости в мерном цилиндре нужно ориентироваться при определении количества подаваемого газа?
13. Перечислите последовательность действий при подаче природного газа в мерный цилиндр 1.
14. Будет ли заполняться мерный цилиндр природным газом, если открыть кран 7 и закрыть кран 8?
15. Перечислите последовательность действий при создании газовой смеси.
16. Какова последовательность действий при переносе газовой смеси во взрывную камеру?
18. Что является источником зажигания газовой смеси в установке?
19. Какую роль выполняют зажимы 9 и 10?
20. До какого уровня необходимо заполнить взрывную камеру газовой смесью перед взрывом?
21. Зачем нужно заново заполнять смеситель и мерный цилиндр водой перед тем, как замыкать контакты индуктора?
22. Что делать дальше, если при концентрации равной рассчитанному НКПП взрыва не произошло (произошел взрыв)?
23. Как рассчитать экспериментально найденное значение НКПП по результатам двух опытов.

Задачи к работе №1

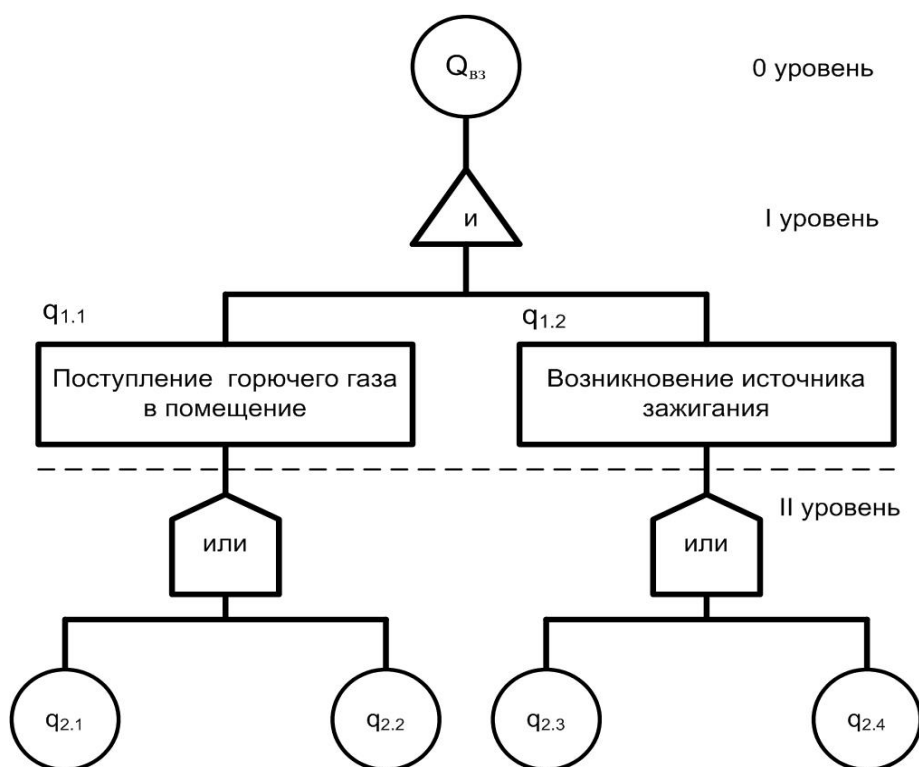
1. Определить, как изменятся нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени газовой смеси, состоящей из аммиака (NH_3) и воздуха, при повышении температуры смеси с 20°C до 450°C . При решении задачи пользоваться **прил. 3** и зависимостями **(1)** и **(2)**.
2. Из-за неисправности запорной арматуры в помещение лаборатории поступил горючий газ (табл. 4). Определить, произойдет ли взрыв при наличии источника зажигания достаточной мощности. Ответ обосновать расчетами. При решении задачи пользоваться **прил. 3**.
3. В помещение цеха объемом 1000 м^3 поступило 120 м^3 аммиака и $3,5 \text{ м}^3$ изобутана. Определить, возможен ли взрыв смеси газов при наличии

источника зажигания достаточной мощности. При решении задачи пользоваться **прил. 3** и зависимостью (5).

4. Определить класс взрывоопасной зоны и взрывопожароопасную/пожароопасную категорию (согласно ФЗ №123) для помещения объемом 680 м³, если природный газ, который может поступить в помещение в результате аварии, составляет 32 м³. Стехиометрический коэффициент метана $S_{ст}=8,5\%$ (об). Плотность метана 0,72 кг/м³. При решении задачи пользоваться **прил. 1,2 и 5**.

Таблица 4 Варианты заданий

№ п/п	Газ	Объем поступившего газа, V_z , м ³	Объем помещения, $V_{п}$, м ³
1	Водород (H ₂)	3	50
2	Аммиак (NH ₃)	16	100
3	Метан (CH ₄)	40	120
4	Сероводород (H ₂ S)	2	60
5	Изобутан (C ₄ H ₁₀)	6,8	80



5. Определить вероятность взрыва $Q_{вз}$ газовоздушной смеси на основании приведенного дерева отказов (рис. 2). При решении пользоваться **прил. 4**.

Рис. 2. Дерево отказов.

$q_{2.1}$ – вероятность коррозионного износа аппарата. $q_{2.1} = 0,0013$;
 $q_{2.2}$ – вероятность дефекта в запорной арматуры. $q_{2.2} = 0,002$;
 $q_{2.3}$ – вероятность несанкционированных

сварочных работ. $q_{2.3} = 0,001$; $q_{2.4}$ – вероятность возникновения искры в электрооборудовании. $q_{2.4} = 0,003$.

6. Определить объемную концентрацию сероводорода (H₂S) в помещении объемом 40 м³, если из-за неисправности запорной арматуры произошла утечка 1,5 м³ газа. Может ли произойти взрыв при наличии источника зажигания достаточной мощности? Ответ подтвердить расчетами. При решении воспользоваться **прил. 3**.

7. В помещение цеха поступила газовая смесь, состоящая из сероводорода, метана и изобутана, причем сероводорода поступило 6% от объема цеха, метана 11%, а изобутана 3%. Определить НКПРП и ВКПРП смеси. При решении воспользоваться зависимостью (5) и прил. 3.

8. Определить избыточное давление взрыва бытового газа (CH_4) в помещении объемом 42 м³, если из-за неисправности запорной арматуры в помещение поступило 1,5 кг газа. Плотность природного газа 0,72 кг/м³, стехиометрический коэффициент природного газа 8,5%(об.). При решении задачи пользоваться прил. 5.

9. Из-за неисправности запорной арматуры в помещение поступает водород. Определить, через какой промежуток времени с начала неисправности возможен взрыв газовой смеси, если объем помещения 50 м³, а газ поступает со скоростью 50 м³/мин. При решении воспользоваться прил. 3.

10. Сравнить вероятность взрыва газовой смеси «аммиак+воздух», «метан+воздух», «водород+воздух» и провести классификацию технологического процесса по взрывоопасности. При решении пользоваться прил.3 и 6.

Вопросы для защиты практической работы

1. Что такое взрыв?
2. Перечислите основные опасные факторы взрыва.
3. Дайте определение нижнему концентрационному пределу распространения пламени.
4. Дайте определение нижнему и верхнему температурным пределам распространения пламени.
5. Перечислите основные причины образования взрывоопасных смесей.
6. Что характеризует группа горючести вещества?
7. Что такое температура самовоспламенения вещества?
8. Влияет ли давление на размер области воспламенения вещества?
9. Как влияет повышение температуры горючей смеси на размер области распространения пламени?
10. Какие вещества относятся к газам?
11. Для чего в горючие смеси вводят флегматизаторы?
12. Какие категории помещений относятся к взрывоопасным (ФЗ №123)?
13. Наличие каких условий приводит к возникновению процесса горения?
14. Как классифицируются взрывоопасные зоны помещений с электрооборудованием (прил.2)?
15. Как можно предотвратить образование взрывоопасной смеси?
16. Произойдет ли взрыв, если в лабораторной установке создать смесь, содержащую 40% природного газа (метан- CH_4)?
17. Перечислите основные методы взрывозащиты.
18. К какой категории по взрывопожароопасности относится помещение, в котором обращаются горючие газы в таком количестве, что могут образовывать

газовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва равное 6кПа?

Практическая работа № 4

Определение воспламеняемости аэрозолей мелкодисперсных органических порошков с оценкой их пожаровзрывоопасных свойств.

Цель работы: Качественное определение воспламеняемости аэрозолей мелкодисперсных органических порошков с оценкой их пожаровзрывоопасных свойств.

1. Общие сведения

Пыли горючих веществ, а также продукты их сгорания в виде пыли взрывоопасны. Горючие вещества, находящиеся в состоянии аэрозвеси (*аэрозоли*), могут гореть и взрываться, осевшие пыли (*аэрогели*) только тлеют и горят.

Всякая пыль адсорбирует газы, в том числе и воздух. Вследствие того, что температура кипения азота несколько ниже температуры кипения кислорода, с течением времени слой воздуха, адсорбированный на поверхности пылинок, обогащается кислородом, что облегчает процесс окисления и воспламенения пыли. Мелкодисперсная пыль, по сравнению с крупнодисперсной, обладает большей удельной поверхностью, а, следовательно, большей химической активностью и более низкой температурой воспламенения. Способность пыли воспламеняться и распространять пламя на всю массу зависит от характера источника воспламенения, особенно его температуры и поверхности соприкосновения с пылью.

Качественно опасность пыли определяют в зависимости от максимального отброса пламени загоревшейся пыли от места вспышки «вперед» и «назад». Малоопасными считаются пыли, дающие отброс пламени лишь вперед на расстояние до 5 см. Пыли, дающие отброс пламени «вперед» и «назад» на расстояние до 20 см, считаются опасным, свыше 20 см – особо опасными.

2. Применяемые приборы и оборудование

Для качественного определения воспламеняемости аэрозолей органических порошков применяют прибор ПКО-1М (рис. 3), в стеклянной

трубке которого наблюдают распространение пламени в аэрозоле, образовавшегося методом распыления. Результаты опытов служат весьма убедительным доказательством потенциальной опасности пыли и позволяют получить качественное представление об интенсивности возможного взрыва. Прибор ПКО-1М предназначен для определения в лабораторных условиях взрывоопасных свойств угольной пыли. Однако, как показали исследования, этот прибор можно использовать и для быстрого качественного определения воспламеняемости аэрозолей многих опасных мелкодисперсных органических порошков и оценки их взрывоопасных свойств.

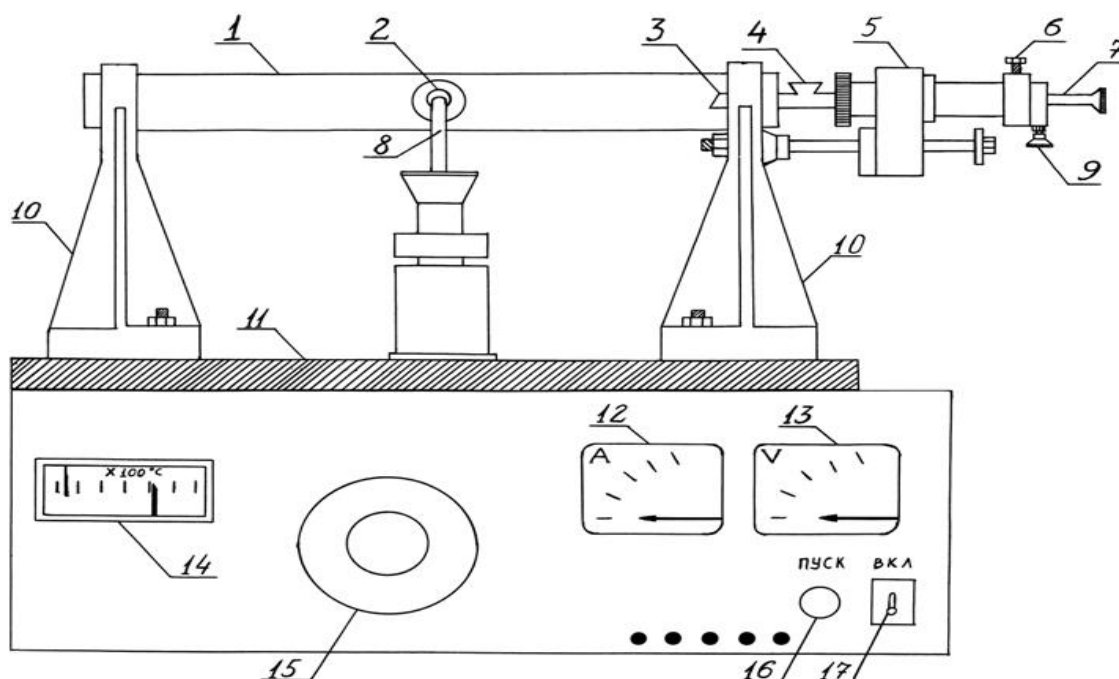


Рис. 3. Установка для качественного определения воспламеняемости пылей органических порошков

1 – труба из тугоплавкого стекла; 2 – спираль нагревательного элемента; 3 – сопло; 4 – отверстие для загрузки порошка; 5 – механизм распыления пыли; 6 – прижимной винт; 7 – поршень; 8 – опора с термопарой; 9 – стопорный винт; 10 – опоры; 11 – основание; 12 – амперметр; 13 – вольтметр; 14 – потенциометр; 15 – автотрансформатор; 16 – пусковая кнопка; 17 – тумблер включения установки

3. Порядок выполнения работы

1. Тумблером 17 включить установку в сеть.
2. Поворотом рукоятки автотрансформатора 15, ориентируясь на показания вольтметра 13, установить величину напряжения 40 В. После этого нажать пусковую кнопку 16.
3. Придерживая узел 5, оттянуть назад поршень 7 узла распыления пыли 5 до щелчка фиксирующего его стопорного винта 9.
4. Через воронку в отверстие 4 насыпать 0,3-0,5 г крахмала. Затем это отверстие плотно закрыть пробкой (порошок должен быть предварительно

высушен, так как повышенная влажность порошка не позволит ему воспламениться).

5. Поворотом рукоятки автотрансформатора 15, ориентируясь на показания вольтметра 13, установить величину подаваемого на спираль напряжения 60 В и дождаться, пока стрелка потенциометра 14 не достигнет отметки 650°C (двухступенчатый подъем напряжения, подаваемого на спираль, позволяет лучше прогреть трубу установки). Нельзя нагревать спираль установки выше заданной температуры.

6. Произвести выброс пыли на раскаленную спираль 2, для чего оттянуть стопорный винт 9 вниз, и наблюдать за отбросом пламени в трубе 1, визуально фиксируя длину отброса пламени «вперед»-«назад».

Минимальное расстояние от глаз наблюдателя до трубы установки - 0,5 м! Не допускается наблюдать за отбросом пламени со стороны открытого конца трубы! Не касаться руками нагретой трубки установки. Данные занести в табл. 1.

7. Поворотом рукоятки автотрансформатора 15 установить на вольтметре напряжение 40 В.

8. Повторить п.п. 2-6, используя муку.

9. Поворотом рукоятки автотрансформатора 15 установить стрелку вольтметра 13 в положение «0» и выключить установку тумблером 17. По результатам испытаний качественно оценить опасность исследуемых аэрозолей. Провести классификацию аэрозолей.

Результаты исследования воспламеняемости аэрозолей мелкодисперсных органических веществ

Таблица 1

№ п/п	Исследуемая пыль	Температура источника зажигания, °С	Длина отброса пламени, см		Длина отброса пламени, см
			вперед	назад	
1	Крахмал				
2	Мука				

Вопросы допуска для выполнения лабораторной работы

1. Сформулируйте цель лабораторной работы.
2. Перечислите основные меры безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении данной лабораторной работы.
3. Перечислите порядок действий при подготовке установки к работе.
4. Как называется прибор, по которому определяют напряжение, подаваемое на спираль установки?
5. Какое начальное напряжение необходимо подать на спираль нагревательного элемента?
6. Перечислите порядок действий при подготовке к работе механизма распыления пыли.
7. Какую предварительную подготовку должен пройти горючий порошок перед испытанием?
8. Какое количество горючего порошка необходимо поместить в установку?

9. Почему повышение напряжения, подаваемое на спираль установки, необходимо проводить в два этапа?
10. Какое напряжение необходимо для окончательного нагрева спирали?
11. Как называется прибор, по которому определяют температуру нагрева спирали?
12. До какой температуры следует нагревать спираль установки?
13. Можно ли нагреть спираль установки выше заданной температуры?
14. Перечислите порядок действий при выбросе пыли на раскаленную спираль.
15. На каком минимально безопасном расстоянии от установки должны находиться студенты при наблюдении за отбросом пламени?
16. Можно ли наблюдать за отбросом пламени со стороны открытого торца трубы?
17. По какому параметру определяется пожароопасность пылей?
18. Перечислите технические причины, по которым может не произойти воспламенения аэрозоля на данной установке?

Задачи

1. Определить, возможен ли взрыв аэрозоля пшеничной муки в аспирационной системе (системе удаления пыли) хлебокомбината? Объем аспирационной системы 10 м^3 , количество одновременно находящегося в системе аспирации аэрозоля составляет 4 кг . Определить класс взрывоопасной зоны хлебокомбината (согласно ФЗ №123), если НКПП муки равен 35 г/м^3 . При решении задачи пользоваться прил. 2.
2. Определить категорию взрывопожароопасности лесотарного цеха, если объем помещения 1850 м^3 , количество древесной пыли 30 кг , теплота сгорания 18600 кДж/кг , начальная температура 295 К . При решении задачи пользоваться прил. 1 и 7.
3. Определить категорию пожаровзрывоопасности помещения (согласно ФЗ №123), в котором при нормальных условиях обращается вещество (табл.2). При решении задачи пользоваться прил. 1 и 7.

Варианты заданий

Таблица 2

№ п/п	Вещество	Теплота сгорания H_r , Дж/кг	Объем помещения, V , м^3	Масса пыли, m , кг	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$
1	Пшеничная мука	16800	2340	25	20
2	Древесина	13800	1320	6	22
3	Полиэтилен	47140	800	2,5	21
4	Текстолит	20900	650	2,3	19

4. Определить вероятность взрыва $Q_{вз}$ в сушилке типа «пневмотруба», если в ней сушится аммиачная селитра, на основании приведенного дерева отказов (рис. 4). При решении пользоваться прил. 4 /2/.

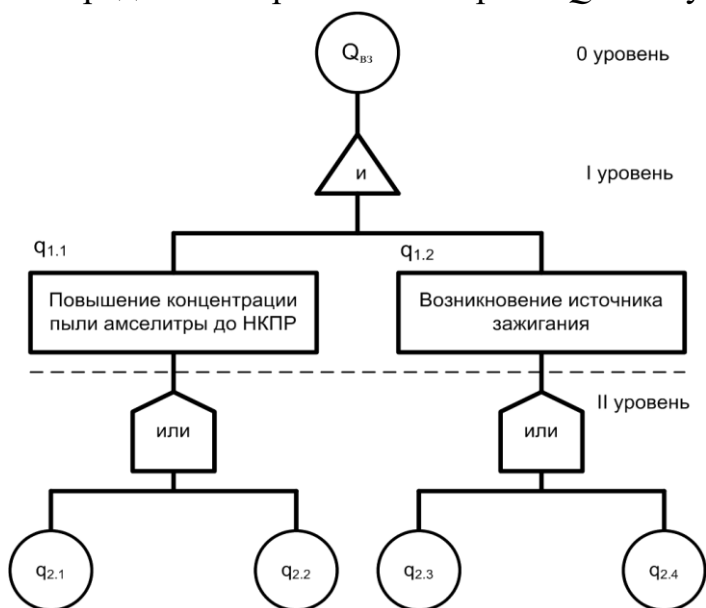


Рис. 4. Дерево отказов

где: $q_{2.1}$ – вероятность нарушения в работе дозатора, которое приводит к образованию в сушилке концентрации аммиачной селитры, превышающий НКПР; $q_{2.1} = 0,009$;

$q_{2.2}$ – вероятность уменьшения количества горячего воздуха, подаваемого в сушилку,

вследствие чего повышается концентрация пыли аммиачной селитры выше НКПР. $q_{2.2} = 0,016$;

$q_{2.3}$ – вероятность образования статического электричества. $q_{2.3} = 0,002$;

$q_{2.4}$ – вероятность возникновения искры в электрооборудовании.

$q_{2.4} = 0,0028$.

7. Вопросы для защиты практической работы

1. Дайте определение процессу горения.
2. Перечислите основные опасные факторы, воздействующие на людей при пожаре.
3. Перечислите основные способы предотвращения пожара.
4. Какая среда называется горючей?
5. Что такое «аэрогель» ?
6. Дайте определение понятию «аэрозоль».
7. Что такое температура самовоспламенения?
8. Что характеризует минимальная энергия зажигания?
9. Какой должна быть концентрация пыли в пылевоздушной смеси, чтобы произошел взрыв?
10. Как влияет дисперсный состав пыли на температуру ее воспламенения?
11. Как влияет величина удельной поверхности твердого горючего вещества на скорость протекания реакции горения?
12. Какие вещества (материалы) относятся к твердым?
13. Известно, что при аварии на комбинате хлебопродуктов может произойти взрыв, который создаст избыточное давление 5,3 кПа. Укажите категорию помещения по взрывопожароопасности.
14. Перечислите основные показатели характеризующие пожаровзрывоопасность твердых веществ (материалов).
15. Перечислите основные условия, при которых может произойти взрыв аэрозоля?
16. Как можно качественно определить пожароопасность горючих пылей?
17. Какие горючие пыли считаются малоопасными по воспламеняемости?

18. Какие горючие пыли считаются особо опасными по воспламеняемости?
19. Определить класс взрывоопасности зоны по ФЗ№123, если взрывоопасная концентрация горючей пыли может образоваться только в результате аварии.
20. Дайте определение температуре воспламенения

Практическая работа № 5

Эвакуация людей при пожаре

Цель работы: Используя противопожарные нормы проектирования ознакомиться с методикой оценки пожаробезопасности зданий и рабочих помещений.

Порядок выполнения:

Часть I. Оценка строительного проекта

- 1) Ознакомиться с общими сведениями. Сделать выписки;
- 2) Определить расчётное время эвакуации из рабочего помещения и здания, сравнить полученные результаты с необходимым (нормируемым) временем эвакуации и сделать вывод о соответствии строительного проекта требованиям пожаробезопасности.

Часть II. Пожар в рабочем помещении

- 1) Определить расчётное время эвакуации из рабочего помещения по задымлённости;
- 2) Сравнить полученный результат с необходимым (нормируемым) временем эвакуации из рабочего помещения и расчётным временем эвакуации из помещения, полученным в первой части задания.

Часть III. Вывод

Сделать общий вывод о пожаробезопасности здания и рабочего помещения. В случае несоответствия нормируемым требованиям пожаробезопасности предложить мероприятия по реконструкции строительного проекта и организации работ в рабочем помещении.

Оценка строительного проекта

1. Общие сведения

В соответствии с нормативными документами, в области пожаробезопасности применяются следующие определения и классификация.

Здания и части зданий по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы:

Ф1 – гостиницы, жилые дома, детские дошкольные учреждения и т.п., при условии их круглосуточного использования;

Ф2 – зрелищные и культурно-просветительные учреждения (театры, музеи, библиотеки и др.);

Ф3 – предприятия по обслуживанию населения (предприятия торговли, общественного питания, поликлиники и др.);

Ф4 – учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления;

Ф5 – производственные и складские здания.

Здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на пять степеней. Степень огнестойкости определяется пределами огнестойкости основных строительных конструкций и пределами распространения огня по этим конструкциям. Например, минимальные пределы огнестойкости несущих стен и колонн, в зависимости от степени огнестойкости зданий, следующие:

I степень огнестойкости – 2,5 часа;

II и III степень огнестойкости – 2 часа;

IV степень огнестойкости – 0,5 часа;

V степень огнестойкости – время не нормируется.

Производственные здания и сооружения по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на шесть категорий:

- категория А и Б - взрывопожароопасные производства;
- категория В - пожароопасные производства;
- категория Г - производства, имеющие негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии;
- категория Д - производства с непожароопасными технологическими процессами, где имеются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии;
- категория Е - взрывоопасные производства, где имеются горючие газы и взрывоопасные пыли.

Эвакуация при пожаре представляет собой процесс организованного

самостоятельного движения людей наружу из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара. Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы.

Спасение при пожаре представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы.

Выходы являются эвакуационными, если они ведут:

а) из помещений 1-го этажа наружу:

- непосредственно;
- через коридор;
- через вестибюль (фойе);
- через лестничную клетку;
- через коридор и вестибюль (фойе);
- через коридор и лестничную клетку.

б) из помещений любого этажа, кроме первого:

- непосредственно в лестничную клетку;
- в коридор, ведущий непосредственно в лестничную клетку;
- в холл (фойе), имеющий выход непосредственно в лестничную клетку.

в) в соседнее помещение, обеспеченное выходом.

Не менее 2-х эвакуационных выходов должны иметь этажи зданий следующей классификации:

- Ф1.1 (детские сады);
- Ф3.3 (вокзалы);
- Ф4.1 (школы);
- Ф4.2 (высшие профессиональные учебные заведения).

Для зданий других классов, наличие двух эвакуационных выходов зависит от объёма помещений, количества людей и других факторов.

2. Вычисление расчётного времени эвакуации

а) Расчётное время эвакуации (t_p) из рабочих помещений и зданий определяется как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (1)$$

где t_1 – время движения от самого удалённого рабочего места до двери помещения (в соответствии с рисунком это расстояние примем равным диагонали помещения $L_{\text{п}}$);

t_2 – время прохождения дверного проёма помещения;

t_3 – время движения по коридору от двери помещения до лестничного марша;

t_4 – время движения по лестничному маршу;

t_5 – время движения по коридору первого этажа до выходной двери из здания;

t_6 – время прохождения дверного проёма из здания.

Примерная схема эвакуации людей представлена на рисунке ниже.

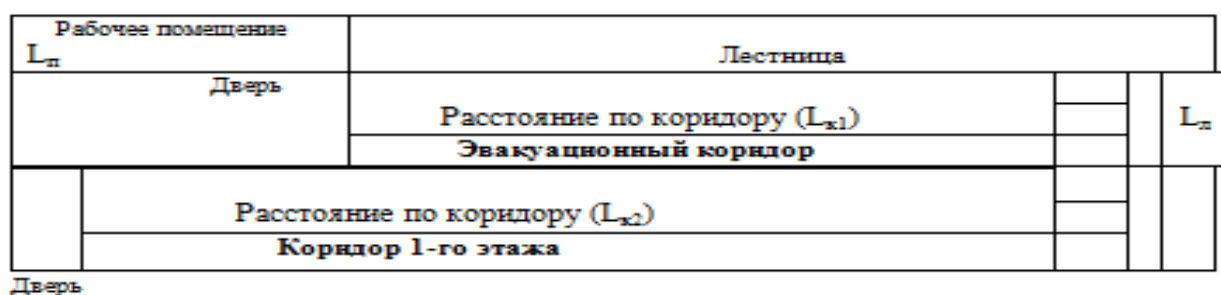


Рис. Схема оцениваемого эвакуационного маршрута

б) Время движения людского потока на отдельных участках вычисляется по формуле

$$t_i = L_i / V_i, \quad (2)$$

где L_i – длина отдельных участков эвакуационного пути, м (табл. 6);

V_i – скорость движения людского потока на отдельных участках пути, м/мин.

в) Скорость движения людского потока (V_i) зависит от плотности людского потока (D_i) на отдельных участках пути и выбирается из табл. 1.

г) Плотность людского потока (D_i) вычисляется для каждого участка эвакуационного пути по формуле

$$D_i = (N * f) / (L_i * s_i), \quad (3)$$

где N – число людей (табл. 6);

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека (принять $f = 0,1 \text{ м}^2$);

δ_i - ширина i -го участка эвакуационного пути, м (табл. 6).

д) Время прохождения дверного проёма приближённо можно рассчитать по формуле

$$t_{д.п.} = N / (\delta_{д.п.} * q_{д.п.}), \quad (4)$$

где $\delta_{д.п.}$ – ширина дверного проёма, м (табл. 6);

$q_{д.п.}$ – пропускная способность 1 м ширины дверного проёма (принимается равной 50 чел./м * мин) для дверей шириной менее 1,6 м и 60 чел./м * мин) для дверей шириной 1,6 м и более).

3. Необходимое (нормируемое) время эвакуации

а) Необходимое время эвакуации из помещений общественных зданий (кинотеатры, столовые, универмаги и др.) устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огне-стойкости здания и объёма помещения (табл. 2).
 2). Необходимое время эвакуации из общест-венных зданий устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания (табл. 4).

б) При нормировании времени эвакуации для производственных зданий промышлен-ных предприятий учитывается степень огнестойкости здания, категория производства и этажность здания (табл. 5). Необходимое время эвакуации из рабочих помещений производственных зданий зависит также и от объёма помещения (табл. 3).

Зависимость скорости движения от плотности людского потока

Таблица 1.

Плотность людского потока (D_i)	Скорость движения людского потока (V_i), м/мин	
	на горизонтальном пути	по лестни-це вниз
0,01	100	100
0,05	100	100
0,1	80	95
0,2	60	68
0,3	47	52
0,4	40	40
0,5	33	31
0,6	27	24
0,7	23	18

0,8	19	13
0,9 и более	15	8

**Необходимое время эвакуации из помещений общественных зданий
(тп.о.з.)**

Таблица 2.

Помещение		Время эвакуации ($t_{п.о.з.}$), мин, из помещений общественных зданий I и II степени огнестойкости при объеме помещения, тыс. м ³			
Наименование	Обозначение	До 5	10	20	40
Зрительные залы (театры и т.п.). Залы лекционные, собраний, выставочные, столовые и др. Торговые залы универмагов.	*	1,5	2	2,5	2,5
	**	2	3	3,5	4
	***	1,5	2	2,5	2,5
Примечание. Необходимое время эвакуации людей из помещений III и IV степени огнестойкости уменьшается на 30 %, а из помещений V степени огнестойкости – на 50 %					

Необходимое время эвакуации из помещений производственных зданий (тп.п.з.)

Таблица 3

Категория производства	Время эвакуации ($t_{п.п.з.}$), мин, из помещений производственных зданий I, II и III степени огнестойкости при объеме помещения ($W_{п}$), тыс. м ³				
	До 15	30	40	50	60 и более
А, Б, Е	0,50	0,75	1	1,50	1,75
В	1,25	2	2	2,50	3
Г, Д	Не ограничивается				
Примечание. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время					

эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %

Необходимое время эвакуации из общественных зданий ($t_{о.з.}$)

Таблица 4.

Степень огнестойкости			Время эвакуации ($t_{о.з.}$), мин	
I	и	II	до	6
III	и	IV	до	4
V			до 3	

Необходимое время эвакуации из производственных зданий ($t_{п.з.}$)

Таблица 5.

Категория производства	Время эвакуации ($t_{п.з.}$) мин, из производственных зданий I, II и III степени огнестойкости			
A, Б, Е	до			4
В	до			6
Г, Д	до 8			

Примечание. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %

4. Пожар в рабочем помещении

Условие задачи. В рабочем помещении, облицованном древесноволокнистыми плитами (или имеющем перегородки из них), произошло возгорание. Площадь пожара, при горении облицовочных плит, приведена в исходных данных (табл. 6). Рассчитать время (t_d), необходимое для эвакуации людей из горящего помещения с учётом задымлённости.

Определение расчётного времени эвакуации из рабочего помещения по задымлённости (t_d)

$$a) t_d = (K_{осл} * K_r * W_{п}) / (V_d * S_{п.г.}), \quad (5)$$

где $K_{осл}$ – допустимый коэффициент ослабления света (принять $K_{осл} = 0,1$);

K_r – коэффициент условий газообмена;

$W_{п}$ - объём рабочего помещения, m^3 (табл. 6);

V_d - скорость дымообразования с единицы площади горения, $m^3/(m^2 * мин)$;

$S_{п.г.}$ - площадь поверхности горения, m^2 .

$$б) K_r = S_o/S_{п}, \quad (6)$$

где S_o - площадь отверстий (проёмов) в ограждающих стенах помещения, m^2 (табл. 6);

$S_{п}$ - площадь пола помещения, m^2 (вычислить по исходным данным).

$$в) V_d = K_d * V_r, \quad (7)$$

где K_d - коэффициент состава продуктов горения (для древесноволокнистых плит равен $0,03 m^3/kg$);

V_r - массовая скорость горения (для древесноволокнистых плит принимается равной $10 kg/(m^2 * мин)$).

$$г) S_{п.г.} = S_{п.п.} * K_{п.г.}, \quad (8)$$

где $S_{п.п.}$ - предполагаемая площадь пожара, m^2 (табл. 6);

$K_{п.г.}$ - коэффициент поверхности горения (для разлившихся жидкостей и облицовочных плит $K_{п.г.} = 1$).

5. Оценка полученного результата

Сравните расчётное время эвакуации по задымлённости из рабочего помещения, полученное по формуле (5) с расчётным временем эвакуации людей из рабочего помещения, полученным по формуле (1) и с необходимым (нормируемым) временем эвакуации из рабочего помещения (табл. 2 или 3).

Вывод

Анализируя результаты, полученные в первой и второй частях работы, сформулируйте окончательный вывод о соответствии строительного проекта нормам пожарной безопасности. При необходимости отразите письменно Ваши предложения.

Исходные данные

Таблица 6.

Наименование исходных параметров	Величина параметров по вариантам										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ЗДАНИЕ: производственное общественное (О).	(П); П -	- О	П -	- О	П -	- О	П -	П -	- О	П -	П -
Категория производства	Б	-	В	-	А	-	Е	-	В	В	
Степень огнестойкости	I	IV	II	I	II	V	IV	III	III	V	

РАБОЧЕЕ ПОМЕЩЕНИЕ: обозначение наименования	-	***	-	**	-	*	-	**	-	-
помещения (для табл. 2);	15	25	80	30	35	60	90	10	20	30
длина, м;	10	20	40	20	10	35	50	5	10	10
ширина, м;	0,	2,5	25,	3,0	1,	9,8	31,	0,	0,	1,
объём (W_p), тыс. м ³ ;	4	25	1	36	4	65	0	2	7	5
площадь отверстий в стенах, м ²	6		110		16		115	3	10	12
Количество людей (N), чел.	50	140	360	250	60	850	430	10	40	50
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ШИРИНА ДВЕРЕЙ ($\delta_{д.п.}$): из рабочего помещения, м;	1,	2,8	4,2	2,2	1,	3,5	1,6	1,	1,	2,
из здания, м.	4	3,0	4,2	1,8	5	2,0	1,4	2	4	8
	1,				2,			2,	1,	1,
	8				2			4	5	6
КОРИДОРЫ: суммарная длина (L_k), м;	40	55	120	35	30	25	65	70	15	80
при одной ширине (δ_k), м.	3	2,8	4	2,5	3,	2,0	2,2	2,	1,	2,
					2			0	5	2
ЛЕСТНИЦЫ: суммарная длина (L_l), м;	10	8	15	14	12	10	25	30	20	15
при одной ширине (δ_l), м.	2	2,2	3	2,4	1,	1,5	2,0	1,	1,	1,
					8			4	5	8
Площадь пожара ($S_{п.п.}$), м ²	8	15	25	20	18	35	24	6	12	18

Литература

1. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы. М.: Минздрав России, 1997. – 20 с.
2. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Утвержден Роспотребнадзором 29.07.2005г., с.108
3. Безопасность жизнедеятельности / Под редакцией С. В. Белова. -М.: Высшая школа, 2004г. - 606 с.
4. ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности – М.: ИНФРА-М, 2003.-. – 161с.
5. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
6. СНиП 21-01–97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Госстрой России, 1997. – 21 с.
7. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
8. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
9. СНиП 2.09.02-85*. Производственные здания.
10. Охрана труда в машиностроении / Под ред. Е. Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1983. – 430 с.
11. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – 5-е изд. – М.: Энергоиздат, 1982. – 798 с.
12. НАПБ Б.03.002-2007. Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Утв. приказом МЧС №833 от 03.12.2007.

13. Охрана труда в машиностроении / Под ред. Е. Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1983. – 430 с.
14. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – 5-е изд. – М.: Энергоиздат, 1982. – 798 с.
15. НАПБ Б.03.002-2007. Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Утв. приказом МЧС №833 от 03.12.2007.
16. Евдокимов, Ф.Е. Теоретические основы электротехники: учеб. для средн. проф. обр. / Ф.Е. Евдокимов - М.: Academia, 2004. - 560 с.
17. Данилов, И.А. Общая электротехника с основами электроники / И.А. Данилов -М.: Высш .шк., 2000. - 752 с.
18. Аваев С.А. Общая электротехника . 1959 год.
19. Анхимгон В.Л. Теория автоматического регулирования . 1968 год.
20. Борисов Ю.М. Электротехника : учеб. пособие для вузов / Ю.М. Борисов, Д.Н. Липатов, Ю.Н. Зорин. - Изд.3-е, перераб. и доп. ; Гриф МО. - Минск : Высш. шк. А, 2007. - 543 с

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Определение категории зданий, сооружений, строений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности/5/

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

- 1) повышенная взрывопожароопасность (А);
- 2) взрывопожароопасность (Б);
- 3) пожароопасность (В1 - В4);
- 4) умеренная пожароопасность (Г);
- 5) пониженная пожароопасность (Д).

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

3. 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.

Таблица П1

Категории помещений и зданий по пожарной и взрывной опасности [5]

Категория помещения	Характеристика веществ
I	2
повышенная взрывопожароо	помещения, в которых находятся (обращаются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой

опасность (А)	вспышки не более 28 градусов Цельсия 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.
взрывопожароопасная (Б)	помещения, в которых находятся (обращаются) горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 градусов Цельсия, 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.
пожароопасная (В1 - В4)	помещения, в которых находятся (обращаются) 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.
умеренная пожароопасность (Г)	помещения, в которых находятся (обращаются) 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
пониженная пожароопасность (Д)	помещения, в которых находятся (обращаются) негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

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

5. Здание относится к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м².

6. 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 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

7. 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 м².

8. 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 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

9. 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 процентов (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений.

10. 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 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

11. 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 процентов суммированной площади всех помещений.

12. 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 м²) и помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

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

14. Методы определения классификационных признаков отнесения зданий и помещений производственного и складского назначения к категориям по пожарной и взрывопожарной опасности устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

15. Категории зданий, сооружений, строений и помещений производственного и складского назначения по пожарной и взрывопожарной опасности указываются в проектной документации на объекты капитального строительства и реконструкции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Классификация пожароопасных зон/5/

1. Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

- 1) П-I - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия;
- 2) П-II - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;
- 3) П-IIa - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр;
- 4) П-III - зоны, расположенные вне зданий, сооружений, строений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества.

2. Методы определения классификационных показателей пожароопасной зоны устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

Классификация взрывоопасных зон

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

- 1) 0-й класс - зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или хотя бы в течение 1 часа;
- 2) 1-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары ЛВЖ, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;
- 3) 2-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования взрывоопасные смеси горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;
- 4) 20-й класс - зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно;
- 5) 21-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр;
- 6) 22-й класс - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

2. Методы определения классификационных показателей взрывоопасной зоны устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица П.2

Характеристика пожаровзрывоопасных свойств веществ

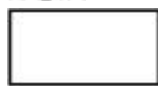
№ п/п	Газ	W _{min} , МДж	ρ ,	НКПР φ _н		ВКПР φ _в	
				кг/м ³	% (об)	кг/м ³	% (об)
1	Водород	0,017	0,069	0,284	4,12	0,5175	7,5
2	Аммимак	680	0,77	11,56	15	21,56	28
3	Метан	0,38	0,72	3,09	4,3	16,488	22,9
4	Сероводород	0,068	1,55	6,655	4,3	71,3	46
5	Изобутан	0,376	2,672	4,81	1,8	22,44	8,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

При расчете вероятности возникновения аварии Q необходимо учитывать применяемые логические знаки:

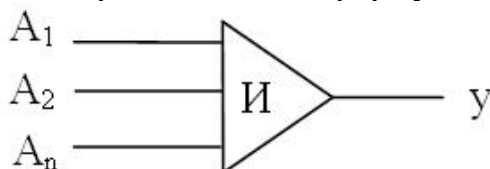


- независимое событие;



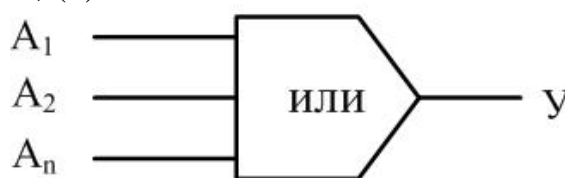
- результирующее событие.

Вероятность события определяется по формулам



- при знаках «и» :

$$Q(y) = \prod_{i=1}^n q(A_i) \quad , (6)$$



- при знаках «или»:

$$Q(y) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - q(A_i)) \quad , (7)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Избыточное давление взрыва Δ P для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, J, F определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot z \cdot 100}{V_{cs} \cdot \rho_{г.п.} \cdot C_{ст} \cdot K_{ж}} \quad , (8)$$

где: P_{\max} – максимальное давление взрыва стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или принимаемое равным 900 кПа;

P_0 – начальное давление взрыва, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

m – масса горючего газа (ГГ), вышедшего в результате расчетной аварии в помещение, кг;
 z – коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов в объеме помещения, (табл. П.3);
 $V_{св}$ – свободный объем помещения, м³ (принимается равным 80% от общего объема помещения, если нет других данных);
 $\rho_{г.п.}$ – плотность газа (пара), кг/м³
 $C_{ст}$ – стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (об.);
 K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать $K_n = 3$.

Таблица П.3

Коэффициент участия во взрыве

Вид горючего вещества	Значение, Z
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости	0,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Классификацию технологического процесса по взрывоопасности проводят в соответствии с коэффициентом взрывоопасности:

$$K = W_{\text{мин}} \cdot \varphi_n \cdot \left[\frac{\Gamma \cdot \text{Дж}}{\text{М}^3} \right], \quad (8)$$

где : $W_{\text{мин}}$ – минимальная энергия зажигания, Дж,

φ_n - нижний концентрационный предел распространения пламени., г/м³

– $K < 0,3$ г · Дж/м³ – особоопасные технологические процессы;

– $0,3 < K < 0,8$ г · Дж/м³ – опасные технологические процессы;

– $K > 0,8$ г · Дж/м³ – технологические процессы без повышенной опасности.

В практических расчетах вероятность взрыва может быть определена по зависимости:

$$Q_{\text{вз}} = \frac{1}{K}, \quad (9)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Избыточное давление взрыва ΔP для индивидуальных веществ

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_g \cdot P_0 \cdot z}{V_{св} \cdot \rho_{св} \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_n}, \quad (11)$$

Где : m – масса горючего вещества, кг;

H_g – теплота сгорания горючего вещества, кДж/кг;

P_0 – начальной давление (принимается равным 101 кПа.);

$\rho_{св}$ – плотность воздуха до взрыва при начальной температуре (принимается

равной 1.29 кг/м^3);

C_p – удельная теплоемкость воздуха (принимается равной $1.01 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$);

T_0 – начальная температура воздуха, К;

z – доля участия дисперсного продукта во взрыве (принимается равной $0,5$);

$V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м^3 , (принимается 80% от общего объема помещения, если нет других данных.);

K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения (принимается равным 3).