

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации
и переподготовки

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

О. Ю. Морозова

ОХРАНА ТРУДА

ПРАКТИКУМ

**по одноименной дисциплине для слушателей
специальности переподготовки
1-43 01 71 «Техническая эксплуатация
теплоэнергетических установок
и систем теплоснабжения»
заочной формы обучения**

Гомель 2020

УДК 331.4(075.8)
ББК 65.246я73
М80

*Рекомендовано кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика и экология» ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 1 от 31.08.2020 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *А. О. Добродей*

Морозова, О. Ю.

М80 Охрана труда : практикум по одной дисциплине для слушателей специальности переподготовки 1-43 01 71 «Техническая эксплуатация теплоэнергетических установок и систем теплоснабжения» заоч. формы обучения / О. Ю. Морозова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 29 с. – Систем. требования: РС не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Практикум содержит методику выполнения практических работ по дисциплине «Охрана труда», составленных в соответствии с учебной программой слушателей специальности переподготовки 1-43 01 71 «Техническая эксплуатация теплоэнергетических установок и систем теплоснабжения». Данные практические работы позволят слушателям получить практические навыки по вопросам безопасности сосудов, работающих под давлением, изучить вопросы пожарной безопасности в производственных помещениях, а также закрепить комплекс мер, которые должны быть предприняты при возникновении взрыво- и пожароопасных ситуаций на промышленном объекте.

Для слушателей специальности переподготовки 1-43 01 71 «Техническая эксплуатация теплоэнергетических установок и систем теплоснабжения» заочной формы обучения ИПКиП.

УДК 331.4(075.8)
ББК 65.246я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическая работа № 1. Оценка последствий взрыва баллона с газовойдушной смесью	5
Практическая работа № 2. Средства и методы пожаротушения на промышленном объекте	13
Литература	29

ВВЕДЕНИЕ

Охрана труда – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Целью охраны труда на предприятии является сокращение социально-экономических потерь, обусловленных условиями труда, а ее предметом – исследование состояния условий труда, оценка рисков производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, разработка и широкое использование, наряду с другими, экономических форм и принципов в управлении охраной труда.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 16.08.2005 года одобрена *Концепция государственного управления охраной труда*, которая определяет, что цель государственной политики в области охраны труда – сохранение жизни и здоровья граждан в процессе трудовой деятельности.

Правоотношения в сфере охраны труда и связанных с ней вопросов регулируются следующими законодательно-правовыми актами: Конституцией Республики Беларусь, Законами Республики Беларусь «Об охране труда», «О пожарной безопасности», «О радиационной безопасности», «О промышленной безопасности», «Об основах государственного социального страхования» и др., а также Трудовым Кодексом Республики Беларусь; Гражданским Кодексом Республики Беларусь.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВЗРЫВА БАЛЛОНА С ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСЬЮ

Цель работы: рассчитать поражающие факторы взрыва газозвушной смеси, оценить последствия взрыва и разработать профилактические и защитные мероприятия по безопасности работающих и населения.

Теоретические сведения

Горючие газы – это природные или полученные в процессе технологических процессов летучие вещества, которые способны при нормальных условиях среды, смешиваясь с воздухом, взрываться и (или) гореть.

Кроме пожарной опасности, особое отношение к горючим газам формируют такие характеристики, как токсичность и высокая летучесть. Высокая летучесть горючих газов позволяет им при разгерметизации технологического оборудования, трубопроводных систем и резервуаров хранения, быстро заполнять объемы помещений зданий, сооружений, зоны воздушного пространства на территориях производственных объектов, создавая непригодную для дыхания среду, способную взорваться от малейшей искры.

Горючие газы могут воспламеняться или взрываться, если они смешаны в определенных соотношениях с воздухом и нагреты не ниже температуры их воспламенения. Воспламенение и дальнейшее самопроизвольное горение газозвушной смеси при определенных соотношениях газа и воздуха возможно при наличии источника огня.

Различают *нижний и верхний пределы взрываемости* — минимальное и максимальное процентное содержание газа в смеси, при которых может произойти воспламенение ее и взрыв. Чем шире этот диапазон, тем больше вероятность образования взрывоопасной смеси. Диапазон взрывоопасных концентраций водорода в воздухе очень широк — от 4,0 до 75,0 % объема.

Для паров бутана диапазон невелик — 1,9—8,5%, что создает впечатление снижения опасности взрыва при его использовании. Однако следует обратить особое внимание на значение нижнего предела взрываемости – смесь паров бутана с воздухом становится взрыво-

опасной при содержании в ней всего 1,9 % газа, и, следовательно, опасны даже очень незначительные утечки газа в закрытый объем.

У ацетилена, применяемого при сварке и резке металлов, наиболее широкий диапазон взрываемости, очень низкий нижний предел и самая низкая температура воспламенения. При горении ацетилена в холодной смеси с кислородом диапазон взрываемости расширяется и составляет 2,5—81,0%.

Смесь метана с воздухом взрывается при соприкосновении с пламенем или искрой. Нижний предел взрываемости 5, верхний 15 объемных процентов. Поэтому с ним нужно работать очень осторожно, тщательно соблюдая инструкцию по технике безопасности.

По химической сущности взрыв газо-воздушной смеси — процесс очень быстрого (мгновенного) горения, приводящий к образованию продуктов горения, имеющих высокую температуру и резкому возрастанию их давления.

Расчетное избыточное давление при взрыве таких смесей следующее: природный газ — 0,75 МПа, пропана и бутана — 0,86 МПа, водорода — 0,74 МПа, ацетилена — 1,03 МПа. В практических условиях температура взрыва не достигает максимальных значений и возникающие давления ниже указанных, однако они вполне достаточны для разрушения не только обмуровки котлов, зданий, но и металлических емкостей, если в них произойдет взрыв.

Основной причиной образования взрывных газо-воздушных смесей является утечка газа из систем газоснабжения и отдельных ее элементов (неплотность закрытия арматуры, износ сальниковых уплотнений, разрывы швов газопроводов, негерметичность резьбовых соединений и т. д.), а также несовершенная вентиляция помещений, топки и газоходов котлов и печей, подвальных помещений и различных колодцев подземных коммуникаций.

Задачей эксплуатационного персонала газовых систем и установок является своевременное выявление и устранение мест утечек газа и строгое выполнение производственных инструкций по использованию газообразного топлива, а также безусловное качественное выполнение планово-предупредительного осмотра и ремонта систем газоснабжения и газового оборудования.

УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К НЕЙ:

На складе объекта в полузаглубленных емкостях хранится газоз-воздушная смесь в количестве Q тонн. Емкости расположены на расстоянии D от объекта.

Таблица исходных данных

№ варианта	Количество ГВС (Q), т	Расстояние до цехов (D), м
1	10	100
2	20	110
3	30	120
4	40	130
5	50	140
6	60	150
7	70	160
8	80	170
9	90	180
10	100	190
11	10	200
12	20	100
13	30	120
14	40	140
15	50	150
16	60	160
17	70	170
18	80	180
19	90	190
20	100	200
21	10	80
22	20	90
23	30	100
24	40	110
25	50	120

Оценить возможные последствия взрыва, для чего определить:

- 1) радиусы зон очага взрыва, м;
- 2) площадь очага взрыва, км²;
- 3) величины избыточных давлений на границах каждой зоны, кПа;

4) степени разрушений зданий, сооружений и оборудования объекта и жилого массива;

5) степень травмирования людей, находящихся на открытой местности в зоне расположения объекта и жилого массива.

6) разработать мероприятия, обеспечивающие безопасность персонала и населения от воздействия поражающих факторов взрыва.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. При взрыве газо-воздушной смеси (ГВС) образуется очаг взрыва, включающий три зоны – зону детонационной волны, ограниченную радиусом r_1 , зону действия продуктов взрыва, ограниченную радиусом r_2 и зону действия воздушной ударной волны, ограниченную радиусом r_3 .

Радиус зоны детонационной волны (r_1) определяем по формуле:

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \text{ м}, \quad (1.1)$$

где Q – количество газо-воздушной смеси, т.

Радиус зоны II (r_2) определяем по формуле:

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1, \text{ м}. \quad (1.2)$$

Радиус зоны III (r_3) определяется из таблицы 1 в зависимости от количества газо-воздушной смеси Q .

Таблица 1.1

Значения радиуса третьей зоны r_3 , (м)

Q, т	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
r_3, м	430	570	650	700	750	800	840	870	910	950

2. Общая площадь очага взрыва определяется по формуле:

$$S_{\text{общ}} = \pi \cdot r_3^2, \text{ км}^2, \quad (1.3)$$

где r_3 - радиус зоны III, км.

3. Избыточным давлением называется разность между величиной давления, которое возникает во фронте ударной волны взрыва и атмосферным давлением в этой же точке. Величины избыточных давлений ΔP_i на границах каждой зоны определяются следующим образом:

в зоне I $\Delta P_1 = 1700$ кПа принимается постоянной;

$$\text{в зоне II } \Delta P_2 = 1300 \cdot \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^3 + 50, \text{ кПа,} \quad (1.4)$$

где r_1 – радиус зоны I, м, r_2 – радиус зоны II, м;

в зоне III избыточное давление (ΔP_3 , кПа) рассчитывается по одной из формул (1.6), для выбора которой предварительно определяется относительная величина

$$\psi = 0,24 \cdot \frac{r_3}{r_1}, \quad (1.5)$$

где r_1 – радиус зоны I, r_3 – радиус зоны III.

$$\text{В случае } \psi \leq 2: \quad \Delta P_3 = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29,8\psi^3} - 1)}, \text{ кПа,} \quad (1.6)$$

$$\text{а в случае } \psi > 2: \quad \Delta P_3 = \frac{22}{\psi \cdot (\sqrt{\log \psi + 0,158})} \text{ кПа.}$$

4. Степень разрушения элементов, попавших под воздействие избыточного давления, зависит от двух факторов – величины избыточного давления в месте расположения элемента объекта и типа самого элемента.

Степени разрушения зданий, сооружений и оборудования объекта определяются по таблице 2, предварительно рассчитав величину избыточного давления в районе расположения зданий объекта и оборудования $\Delta P_{об}$ по формуле линейной интерполяции:

$$\Delta P_{об} = \Delta P_3 + \frac{\Delta P_2 - \Delta P_3}{r_3 - r_2} (D - r_2) \quad (1.7)$$

Таблица 1.2

**Степень разрушения зданий, сооружений и оборудования
в зависимости от величины избыточного давления**

Наименование элементов объекта	Степень разрушения		
	слабое	среднее	сильное
<i>Здание с металлическим или железобетонным каркасом</i>	20–30	30–40	40–60
<i>Многоэтажные ж/б здания с большой площадью остекления</i>	8–20	20–40	40–90
<i>Тепловые электростанции</i>	15–25	25–35	35–45
<i>Крановое оборудование</i>	20–30	30–40	40–60
<i>Станочное оборудование</i>	10–20	20–60	60–70
<i>Контрольно-измерительная аппаратура</i>	5–10	10–20	20–30

5. Степень травмирования людей, находящихся на открытой местности, зависит от величины избыточного давления и характеризуется легкими, средними, тяжелыми и крайне тяжелыми травмами.

Крайне тяжелые контузии и травмы возникают при избыточном давлении более 100 кПа. Отмечаются разрывы внутренних органов, переломы костей, внутренние кровотечения, сотрясение мозга, длительная потеря сознания. Эти травмы могут привести к смертельному исходу.

Тяжелые контузии и травмы возможны при избыточных давлениях от 60 до 100 кПа. Они характеризуются сильной контузией всего организма, потерей сознания, переломами костей, кровотечением из носа и ушей; возможны повреждения внутренних органов и внутренние кровотечения.

Поражения средней тяжести возникают при избыточном давлении 40 - 60 кПа. При этом могут быть вывихи конечностей, контузия головного мозга, повреждения органов слуха, кровотечение из носа и ушей.

Легкие поражения наступают при избыточном давлении 20— 40 кПа. Они выражаются в скоропроходящих нарушениях функций организма (звон в ушах, головокружение, головная боль) возможны вывихи, ушибы.

Избыточные давления во фронте ударной волны 10 кПа и менее для людей и животных, расположенных вне укрытий, считаются безопасными.

6. Разработать мероприятия по обеспечению безопасности персонала и населения, изучив следующие рекомендации:

разработка необходимой документации по действиям диспетчера (дежурного по объекту) в аварийных ситуациях;

создание и поддержание в готовности надежной системы локального оповещения персонала и населения об угрозе или возникновении техногенной ЧС;

размещение потенциально опасных объектов на безопасном удалении от жилой застройки и других объектов;

разработка, производство и применение надежных потенциально опасных промышленных установок;

внедрение автоматических и автоматизированных систем контроля безопасности производства;

повышение надежности систем контроля;

своевременная замена устаревшего оборудования;

своевременная профилактика и техническое обслуживание техники и оборудования;

соблюдение обслуживающим персоналом правил эксплуатации оборудования;

снижение опасных веществ на объектах до необходимого количества, определенного технологическим процессом;

совершенствование противопожарной защиты и контроль системы пожарной безопасности;

хранение взрывоопасных веществ в заглубленных хранилищах на безопасных удалениях от основных зданий и сооружений объекта и жилых массивов;

обеспечение персонала объекта на 100 % средствами индивидуальной и медицинской защиты в соответствии с предназначением объекта;

соблюдение правил безопасности при транспортировке опасных веществ;

проведение подготовки персонала и населения вблизи расположенных жилых массивов к действиям в аварийных ситуациях;

заблаговременное строительство на объекте коллективных средств защиты (убежищ) с тремя режимами работы вентиляции, обеспечивающих укрытие наибольшей работающей смены;

использование результатов прогнозирования чрезвычайных ситуаций для совершенствования систем безопасности;

создание на объекте и проведение подготовки формирований повышенной готовности для ликвидации последствий чрезвычайной ситуации;

подготовка руководящего состава объекта уменю организовать и проводить работы по ликвидации последствий аварий и катастроф;

создание на объекте запасов материальных средств для ликвидации последствий ЧС.

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ 1

«Оценка последствий взрыва баллона с газо-воздушной смесью»

слушателя _____ группы _____ вариант № _____

Определяемый параметр	Результат, единицы измерения	Оценка
1. Радиусы зон поражения: r_1 r_2 r_3		
2. Общая площадь очага взрыва		
3. Избыточное давление: ΔP_1 ΔP_2 ΔP_3		
4. избыточное давление $\Delta P_{об}$, степень разрушения элементов объекта		
5. Степень травмирования людей		
6. Мероприятия по обеспечению безопасности персонала и населения		

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ОБЪЕКТЕ

Цель работы: изучить методы и средства пожаротушения, используемые на производственных объектах, усвоить особенности и способы их применения в соответствии с видом возгорания.

Пожар – неконтролируемый процесс горения вне специального очага, представляющий угрозу для жизни и здоровья людей и наносящий материальный ущерб производственным объектам и жилым помещениям.

К основным методам тушения возгораний относятся:
охлаждение поверхности горения;
изоляция горючего вещества от зоны горения;
понижение концентрации кислорода в зоне горения;
замедление или полное прекращение реакции горения химическим путем (ингибирование);
подавление горения взрывом.

Вещества, снижающие скорость горения или полностью прекращающие его при введении в зону горения, называют *огнегасительными*.

По агрегатному состоянию их подразделяют на жидкие (вода, бромистый этил), твердые или порошкообразные (сухой песок, земля, двууглекислая сода), газообразные (инертные газы, азот, углекислый газ, водяной пар) и смешанные (газообразные с твердыми – смесь углекислого газа или воздуха с порошкообразными веществами, газообразные с жидкими – пены). Огнегасительными свойствами обладают также асбестовые, войлочные или брезентовые покрывала.

По принципу действия огнегасительные вещества подразделяют на:

охлаждающие (вода, четыреххлористый углерод);
разбавляющие горючие вещества или снижающие содержание кислорода в зоне горения (вода, водяной пар, углекислый газ)
химически тормозящие процесс горения (бромистый этил, метил).

Наиболее эффективными огнетушащими веществами являются: вода, вода с добавками, водяной пар, пена, негорючие и инертные газы, порошковые составы.

Существующие огнетушащие вещества, как правило, комбинированно воздействуют на процесс горения. Однако каждому веществу присуще какое-то одно преобладающее свойство. Выбор огнетушащего вещества зависит от класса пожара.

Согласно ГОСТ 27331–87 «Пожарная техника. Классификация пожаров» все пожары делятся на пять классов – А, В, С, D, Е (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Классификация пожаров и выбор огнетушащих веществ

<i>Класс пожара</i>	<i>Характеристика горючей среды</i>	<i>Огнетушащие вещества</i>
А	Твердые горючие материалы (древесина, уголь, бумага, резина, текстиль)	Все виды огнетушащих веществ (прежде всего вода)
В	Горючие жидкости и плавящиеся при нагревании материалы	Распыленная вода, все виды пен, порошки
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (CO ₂ , N ₂), галоидоуглеводороды, порошки, вода (для охлаждения)
Д	Легкие и щелочные металлы (алюминий, магний, калий, натрий и др.)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
Е	Электроустановки, находящиеся под напряжением	Галоидоуглеводороды, углекислый газ, порошки

Вода является наиболее дешевым и распространенным средством тушения пожаров. Она используется в чистом виде и с различными добавками поверхностно-активных веществ. Вода обладает высокой теплоемкостью (для превращения 1 г воды в пар от горючего вещества отнимается 2,258 кДж), значительным увеличением объема при парообразовании затрудняющим доступ кислорода (1 л воды образует при испарении свыше 1700 л пара).

Тушение происходит за счет действия следующих факторов:

вода охлаждает горящую поверхность (зону горения);

образующийся водяной пар снижает концентрацию горючих газов и кислорода вокруг горящего вещества, изолирует горючее вещество от зоны горения.

Воду применяют для тушения пожаров твердых горючих материалов, создания водяных завес и охлаждения объектов, расположенных вблизи очага горения. Ее нельзя применять для тушения пожаров на электроустановках, находящихся под напряжением.

При тушении водой нефтепродукты и другие горючие вещества всплывают и продолжают гореть на поверхности, поэтому эффект тушения подобных веществ резко снижается. Ее отрицательными свойствами также являются, образование взрывоопасных концентраций при воздействии на слои пыли (угольной, травяной муки, цементной пыли), опасность механического повреждения раскаленных предметов, плохая смачиваемость некоторых волокнистые и твердые вещества упакованных в тюки (хлопок, лен, шерсть).

Воду подают в очаг горения в виде сплошных или распыленных струй. Сплошные мощные струи сбивают пламя, что определяет ее механическое огнегасящее свойство, и одновременно охлаждают поверхность, а при распылении создаются лучшие условия для испарения воды и, следовательно, для охлаждения и разбавления горючей среды.

Для улучшения свойств воды при тушении пожара в нее могут добавляться различные химические вещества-смачиватели (сульфонаты, сульфонолы, пенообразователи), обеспечивающие снижение расхода воды и уменьшение время тушения. При применении водных эмульсий галогенированных углеводородов (смесь воды с 5-10 % бромэтила) наряду с охлаждающим действием воды проявляется ингибирующее действие галогенированных углеводородов.

Песок и сухая земля своей массой прекращают доступ кислорода в зону горения. Не применяются для заряда огнетушителя.

Пену применяют для тушения твердых горючих веществ и материалов, легковоспламеняющихся жидкостей с плотностью менее $1,0 \text{ г/см}^3$ и не растворяющихся в воде. Она представляет собой массу пузырьков газа, заключенных в тонкие оболочки жидкости.

Тушение происходит за счет действия следующих факторов:

пена растекается по поверхности горящего вещества, изолирует его от пламени;

ограничивает доступ воздуха в зону горения;

охлаждает зону горения.

Растекаясь по поверхности горячей жидкости, пена охлаждает и изолирует очаг горения, а выделяющийся углекислый газ снижает концентрацию кислорода в окружающем воздухе. Выделяют два вида пены: химическую и воздушно- механическую.

Химическая пена образуется в результате реакции между щелочью и кислотой в присутствии пенообразователя (лакричный экстракт, сапонин, пенообразователи ПО-6, ПО-1). Она состоит из 80% по объему углекислого газа, 19,6% воды и 0,4% пенообразующего вещества. Химическая пена электропроводна и обладает агрессивными свойствами, что необходимо учитывать при попадании ее на кожу человека. Стойкость пены (с момента ее образования до полного разрушения) более 1 часа.

Воздушно-механическая пена получается при перемешивании воды, воздуха и пенообразующих веществ. Она состоит из 90% воздуха, 9,7% воды и 0,3% пенообразователя. По сравнению с химической пеной она менее стойкая (около 40 мин), но более экономичная, легко и быстро получается, безвредна для людей и животных. Огнетушитель предназначен для тушения загораний различных материалов, в том числе и легковоспламеняющихся жидкостей; запрещается применять для тушения электроустановок под напряжением и щелочных металлов.

Инертные разбавители (водяной пар, диоксид углерода, азот, аргон, дымовые газы, летучие ингибиторы) действуют следующим образом:

- понижают концентрацию кислорода в очаге горения;
- тормозят интенсивность горения;
- понижают температуру в зоне горения.

Тушение при разбавлении среды инертными разбавителями связано с потерями тепла на нагревание этих разбавителей, снижением концентрации кислорода, скорости процесса и теплового эффекта реакции горения.

Водяной пар (технологический, отработавший) применяют для тушения пожаров в закрытых, плохо вентилируемых помещениях объемом до 500 м³ и создания паровоздушных завес на открытых технологических площадках и установках. Огнегасительная концентрация водяного пара в воздухе при тушении должна составлять около 35% по объему.

Диоксид углерода применяют для тушения пожаров в сушильных печах, легковоспламеняющихся жидкостей, электрооборудование, находящееся под напряжением, дорогого оборудования и ценностей, которые могут быть повреждены водой и пеной (компьютерные залы, ценные документы, картинные галереи). Однако нельзя тушить щелочные и щелочноземельные металлы,

некоторые гидриды металлов. Для большинства веществ огнегасительная концентрация его должна составлять 20–30 % объема. Содержание в воздухе 10% CO₂ опасно, а при 20% смертельно опасно для человека (наступает паралич органов дыхания).

Азот применяют при тушении веществ горящих пламенем. Он плохо тушит вещества, способные тлеть (дерево, бумага), и практически не тушит волокнистые вещества (ткань, вата, хлопок). Огнегасительная концентрация азота в воздухе должна составлять 35% объема. Разбавление воздуха азотом до содержания кислорода в пределах 12-16% объема безопасно для человека.

Галоидоуглеводороды (хладоны) относятся к ингибирующим средствам. Наиболее эффективное действие оказывают бром-, фторпроизводные метана и этана. Галоидоуглеводороды используют при тушении цехов химических производств, сушилок, окрасочных камер, складов с горючими жидкостями, электроустановок, находящихся под напряжением. Не применяются для тушения металлов, ряда металлосодержащих соединений, гидридов металлов, материалов, содержащих в своем составе кислород. Они (наркотическое, токсичное действие) вредны для человека и обладают коррозионным действием.

Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли. Они обладают ингибирующим действием, изолируют горящие материалы от воздуха или изолируют пары и газы от зоны горения. Тушение пожаров порошковыми составами происходит за счет действия следующих факторов:

разбавление горючей среды газообразными продуктами разложения порошка или непосредственно порошковым облаком;

охлаждение зоны горения в результате затрат тепла на нагрев частиц порошка;

изоляция очага горения от кислорода воздуха (огнепреграждение);

прекращение процесса горения химическим путем (ингибирование).

Предназначены для тушения щелочных металлов, металлоорганических соединений, фосфора, горючих жидкостей и других веществ, вступающих в реакцию с водой, электроустановок, находящихся под напряжением, ценных документов, картин и других материалов, повреждающихся воздействием воды и пены. Порошки безвредны для людей, экономичны, при низких температурах не

замерзают. Выпускают порошки состава ПСБ, ПФ (тушат углеводороды, древесину, электрооборудование), ПС (тушат металлы, металлоорганические соединения) и др.

Комбинированные составы соединяют в себе свойства различных огнетушащих веществ и позволяющие повысить эффективность тушения пожаров. К ним относятся водогалогенуглеводородные эмульсии, комбинированный азотно-углекислотный состав для тушения щелочных металлов в помещениях, водные растворы двууглекислой соды, углекислой соды, поташа, хлористого аммония, поваренной соли, глауберовой соли, аммиачно-фосфорных солей, сернокислой меди, четыреххлористый углерод, бромэтил, азотно-хладоновые, углекислотно-хладоновые составы.

СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

1. Первичные средства пожаротушения – это средства, которые используются в начальной стадии загорания. Они предназначены для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала, обнаружившего загорание. Они просты в обращении, и для приведения их в действие не требуется сложных операций. Обычно они располагаются в открытых и доступных местах и должны постоянно находиться в боевой готовности. Количество первичных средств пожаротушения определяется существующими нормами в зависимости от назначения помещения и пожарной опасности технологического процесса.

К первичным средствам пожаротушения относятся: огнетушители; пожарные щиты, укомплектованные шанцевым инструментом (багор, кирка, лопата); ящики с песком; асбест, войлок (кошма), емкости с водой.

Песок – простейшее и доступное средство пожаротушения. Он применяется для тушения разлитой на полу или на земле горячей жидкости, электрооборудования, деревянных предметов, автомобилей и т. п.

Кошма (войлок) – это ткань типа войлока, очень плотная. Она эффективно изолирует очаг загорания от кислорода воздуха. Применение кошмы весьма эффективно, однако она может использоваться лишь при небольшом очаге горения (из-за малого размера ткани). Вместо кошмы можно использовать шерстяные или суконные одеяла, скатерти и т. п. Горящий объект следует быстро

накрыть кошмой, стремясь лучше изолировать его от доступа кислорода.

Огнетушители – технические устройства, предназначенные для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения.

Они классифицируются:

- по виду огнегасящих веществ;
- по массе корпуса;
- по объему корпусов;
- по способу подачи огнегасящих средств;
- по виду пусковых устройств.

По виду огнегасящих веществ, применяемых для их зарядки, огнетушители подразделяются на:

- воздушно-пенные;
- химические пенные;
- углекислотные;
- аэрозольные;
- порошковые.

По массе корпуса огнетушители подразделяются:

- переносные (массой до 20 кг);
- передвижные (массой не менее 20 кг, но не более 40 кг);
- стационарные.

По объему корпуса огнетушители подразделяются:

- ручные малолитражные (до 5 л);
- промышленные ручные (5-10 л);
- стационарные и передвижные (более 10 л).

По способу подачи огнегасящих веществ:

- под давлением газов химических реакций компонентов заряда;
- под давлением газов, подаваемых из специального баллона, размещенного в корпусе огнетушителя;
- под давлением газов, предварительно закачанных в корпус огнетушителя;
- под собственным давлением огнетушащего вещества.

По виду пусковых устройств:

- с вентильным затвором;
- с запорно-пусковым устройством пистолетного типа;
- с пуском от пиропатрона;
- с пуском от постоянного источника давления.

В настоящее время в Республике Беларусь разрешены к использованию следующие основные типы огнетушителей:

углекислотные (ОУ);
воздушно-пенные (ОВП);
порошковые (ОП).

Огнетушители углекислотные (ОУ) широко распространены из-за их универсальности, компактности и эффективности тушения. Они предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, а также электроустановок, кабелей и проводов, находящихся под напряжением до 10 кВ.

Углекислотные огнетушители подразделяются на переносные (ОУ-1, ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, ОУ-8), передвижные (ОУ-10, ОУ-20, ОУ-40, ОУ-80) и стационарные. Бывают ручные, стационарные и передвижные. Широко применяются ручные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, ОУ-10 (цифры показывают объем огнетушителя, л). Эксплуатируются при температуре от -40 до $+50$ °С.

Переносные предназначены для тушения загорания в электроустановках под напряжением до 1000 В (различного электрооборудования, находящегося под напряжением до 10 кВ), а также различных веществ и материалов за исключением тех, которые могут гореть без доступа воздуха. Они применяются особенно эффективно при объемном тушении и когда для тушения пожара необходимы «чистые» огнетушащие составы, не повреждающие защищаемое оборудование или объекты.

Передвижные предназначены для тушения возгораний горючих и легковоспламеняющихся жидкостей на площади до 5 м², электроустановок небольших размеров, находящихся под напряжением, двигателей внутреннего сгорания, а также возгораний и пожаров в тех случаях, когда применение воды не дает положительного эффекта или нежелательно (например, в музеях, картинных галереях, архивах и т.п., в офисных помещениях при наличии оргтехники, а также в жилом секторе).

Принцип действия углекислотных огнетушителей основан на свойстве углекислоты изменять свое агрегатное состояние.

В огнетушителе типа ОУ находится углекислота – углекислый газ в жидком состоянии. Конструкция углекислотного огнетушителя показана на рис. 2.1.

Для приведения огнетушителя в действие раструб направляется на горящий объект, а вентиль поворачивается до упора. Углекислота по сифонной трубке выходит наружу через раструб. Во время выхода углекислоты из раструба она переходит в снегообразное состояние

(твердая фаза), объем ее увеличивается в 400–500 раз, поглощается большое количество тепла. Углекислота превращается в «снег» при температуре минус 72 °С. Эту снегообразную массу и применяют для локального тушения загораний.



Рис. 2.1. Огнетушитель углекислотный

Тушение при этом происходит за счет действия двух факторов: углекислый газ уменьшает концентрацию кислорода в зоне горения;

полученная снегообразная масса снижает температуру в очаге.

Запрещается применять углекислотные огнетушители для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением 10 кВ и выше, металлов, а также веществ, которые могут гореть без доступа воздуха. При оснащении раструбом, изготовленным из металла, запрещается использовать для тушения электрооборудования под напряжением.

При работе с углекислотными огнетушителями нельзя прикасаться оголенными частями тела к раструбу огнетушителя, что может привести к изотермическим ожогам. При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, не допускается подводить раструб ближе 1 м до электроустановки и пламени.

Используя огнетушители ОУ, необходимо иметь в виду, что углекислый газ в больших концентрациях к объему помещения (более 10 %) может вызвать отравление персонала, поэтому после

применения углекислотных огнетушителей небольшие помещения следует проветрить.

Углекислотные огнетушители подлежат перезарядке один раз в пять лет, при этом ежегодно должна производиться проверка на утечку CO₂ путем взвешивания. При снижении массы углекислоты более чем на 5% или 50 г, огнетушитель перезаряжают.

Огнетушители воздушно-пенные (ОВП) предназначены для тушения твердых и жидких веществ и материалов (дерева, бумаги, краски, ГСМ). Эксплуатируются при температуре 5-50 °С. Они выпускаются трех типов: переносные (ручные) (ОВП-10), передвижные (ОВП-100) и стационарные (ОВП-250) (цифры показывают объем огнетушителя, л).

В качестве огнетушащего средства ОВП применяют водный раствор пенообразователя. Огнетушители выпускаются как закачного типа, так и с баллончиком для газа. Баллончик располагается внутри корпуса огнетушителя. Конструкция огнетушителя ОВП показана на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Огнетушитель воздушно-пенный.

Для приведения его в действие нажимают на пусковой рычаг, происходит прокалывание мембраны газового баллончика. Рабочий газ выходит через дозирующее устройство и создает в корпусе огнетушителя давление. Под давлением газа заряд поступает в воздушно-пенный ствол, где распыляется, смешивается с воздухом и образует воздушно-механическую пену средней кратности. В рабочем положении огнетушитель следует держать вертикально.

Не допускается применение ОВП для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, щелочных металлов, веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний, натрий, калий), сильно нагретых или расплавленных веществ, вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горючего. Недостатком огнетушителей данного типа является узкий температурный диапазон применения и высокая коррозионная активность заряда.

Пенные огнетушители подлежат перезарядке один раз в год

Огнетушители порошковые (ОП) предназначены для тушения возгорания твердых, жидких и газообразных веществ (в зависимости от марки используемого огнетушащего порошка), а также электроустановок, находящихся под напряжением до 1 кВ. Их применяют для тушения пожаров всех классов (А, В, С, D, Е). Эксплуатируются при температуре от -40 до $+50$ °С. Огнетушители выпускаются трех типов: ручные (переносные), возимые и стационарные.

В качестве огнетушащего вещества используют порошки (пенообразователи) общего и специального назначения: порошки общего назначения используют при тушении пожаров и возгораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, газов, древесины, и других материалов на основе углерода, а порошки специального назначения применяют при ликвидации пожаров и возгораний щелочных металлов, алюминий- и кремнийорганических соединений и других пирофорных (способных к самовозгоранию) веществ.

В целях исключения применения продукции, представляющей потенциальную опасность для людей, постановлением Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору Карпицкого В.В. реализация и использование на территории Республики Беларусь порошковых огнетушителей, имеющих в конструкции газогенерирующее устройство для вытеснения огнетушащего вещества, запрещены с 16.06.2010.

Конструкция огнетушителя ОП показана на рис. 2.3 (цифры в обозначении ОП-10 показывают объем огнетушителя, л).

У порошковых огнетушителей рабочий газ закачивается непосредственно в корпус огнетушителя и находится в верхней его части. Для приведения в действие огнетушителя необходимо достать предохранительную чеку и нажать на пусковой рычаг. При

срабатывании запорно-пускового устройства газ давит на массу порошка сверху, проходит через его толщу и вместе с порошком вытесняется по сифонной трубке в шланг и к стволу-насадке или в сопло. Порошок можно подавать порциями.

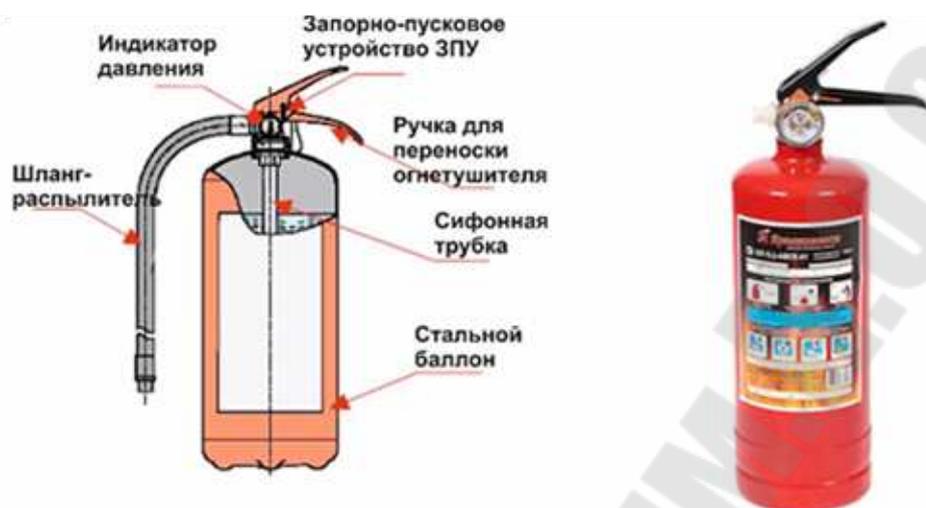


Рис. 2.3. Огнетушитель порошковый ОП-10

Основные преимущества порошкового огнетушителя заключаются в более простой конструкции, меньшей металлоемкости и трудоемкости при перезарядке, простоте в эксплуатации, а установленный манометр на головке огнетушителя позволяет контролировать его работоспособность. В то же время в нем отсутствует рыхление заряда перед тушением очага пожара, а также предъявляются повышенные требования к герметичности конструкции.

В рабочем положении огнетушитель необходимо держать строго вертикально. Во избежание слеживания огнетушащего вещества (порошка), их необходимо периодически встряхивать. Перезарядка порошковых огнетушителей осуществляется один раз в пять лет.

2. Автоматические установки пожаротушения

Среди автоматических установок тушения широко распространено спринклерное и дренчерное оборудование.

Применяются следующие виды спринклерного оборудования: водяные спринклерные установки. Они применяются, если температура в помещении в течение года превышает $4\text{ }^{\circ}\text{C}$;

воздушные спринклерные установки. Они применяются в помещениях, где не гарантируется температура, равная 4 °С, на протяжении четырех месяцев года;

смешанные спринклерные установки. Они применяются в неотапливаемых помещениях, в которых на протяжении более восьми месяцев года поддерживается температура, равная 4 °С.

Под потолком пожароопасного помещения монтируется сеть разветвленных трубопроводов, на которых размещены спринклерные головки (орошение одним спринклером от 9 до 12 м² площади пола). В нормальном режиме в трубопроводах находится вода под давлением и удерживается спринклером, выходное отверстие которого закрыто специальным замком, выполненным из легкоплавкого металла.

При возникновении загорания и повышении температуры в помещении замок спринклера выбрасывается, и вода разбрызгивается розеткой. Как только при пожаре вскрылся хотя бы один спринклер, контрольно-сигнальная система подает световой или звуковой сигнал о пожаре. Таким образом, спринклерная система совмещает в себе функции системы подачи сигнала и тушения возгорания.



Рис. 2.4. Спринклерная головка

При защите неотапливаемых помещений применяют спринклерную установку воздушной системы, в которой трубопроводы заполнены не водой, а сжатым воздухом с использованием вместо водяного контрольно-сигнального клапана воздушного типа. Вода в такой системе расположена только до контрольно-сигнального клапана, а после него в системе находится сжатый воздух. Следовательно, при вскрытии головок в воздушной

системе выходит воздух, и только после этого она начинает заполняться водой.

В спринклерных установках вскрывается только такое количество головок, которое оказалось в зоне высокой температуры пожара. Спринклерные головки обладают инерционностью — они вскрываются через 2–3 мин с момента повышения температуры в помещении. В пожароопасных помещениях такая инерционность не всегда приемлема. Кроме того, с целью повышения эффективности действия системы пожаротушения оказывается целесообразным подать воду сразу по всей площади помещения или его части. В таких случаях применяют дренчерные установки.

В дренчерных установках группового действия на трубопровод, который монтируется под перекрытиями, устанавливают дренчеры, имеющие вид спринклеров, но без замков, с открытыми выходными отверстиями для воды. В нормальных условиях выход воды в трубопроводы закрыт клапаном группового действия. При возникновении пожара пуск воды осуществляется после срабатывания какого-либо датчика, реагирующего на повышение температуры, либо ручным включением. Вода поступает в трубопроводную сеть и имеет свободный выход через оросителей дренчеров.

В отличие от спринклерной системы пожаротушения дренчерные головки работают все одновременно, независимо от распределения высокой температуры по помещению. Дренчерные установки используются для тушения пожаров в помещениях, где требуется одновременное орошение площади, создание водяных завес, орошение отдельных элементов технологического оборудования.

Аэрозольное пожаротушение. Основным направлением обеспечения пожарной безопасности на промышленных предприятиях является использование автоматических установок пожаротушения (АУП). По времени срабатывания АУП могут быть сверхбыстродействующими с временем включения менее 0,1 с; быстродействующими — менее 0,3 с; нормальной инерционности — менее 20 с; повышенной инерционности — до 3 мин.

Аэрозольное пожаротушение — это технология тушения пожаров с использованием небольшого количества гасящего вещества (огнетушащий аэрозоль). Аэрозольные пожарные генераторы эффективны для быстрой ликвидации и локализации пожаров в

закрытых производственных, административных, складских и других помещениях и сооружениях.

Принцип действия аэрозольных генераторов основан на огнетушащих свойствах высокодисперсных твердых частиц аэрозоля. Его состав образован из смеси инертных газов и мелкодисперсных частиц ингибиторов горения. Такой состав безопасен для людей и оборудования, экологически безвреден, при его применении отсутствует озоноразрушающий эффект.

Аэрозольные пожарные генераторы могут применяться для тушения всех видов нефтепродуктов, полимерных и изоляционных материалов, древесины, газов, электрооборудования под напряжением до 10 кВ. Генераторы применяются в стационарных установках пожаротушения в сочетании с автоматическими системами пожарной сигнализации. У них высокая огнетушащая эффективность (в 3-10 раз выше, чем порошков), возможность доставки огнетушащего вещества в труднодоступные места, компактность.

Запуск генераторов при возникновении пожара или при угрозе взрыва производится автоматически или по команде с пульта управления. При запуске генератора через 2–3 с аэрозоль полностью заполняет защищаемый объем, происходит химическая реакция и процесс горения прекращается за счет отбора тепла на расплавление и испарение твердых частиц аэрозоля. Частицы аэрозоля в течение 30-50 минут находятся во взвешенном состоянии в защищаемом объеме, что способствует полному прекращению горения пожаров класса А, В, С. При соответствующей концентрации аэрозоля исключается возможность взрыва пыле- и газоздушных смесей.

Модульная автоматическая установка порошкового тушения (МАУПТ) — система пожаротушения, предназначенная для использования в системах пожарной защиты складских и производственных помещений. Установка комплектуется необходимым количеством модулей (от 1 до 5). Срабатывание установки происходит от датчиков-извещателей (ручных или автоматических) при температуре 70 ± 2 °С. Установка может работать как в автономном режиме, так и в режиме автоматического запуска от извещателей и сигнально-пусковых устройств. В автономном режиме установка запускается автоматически либо вручную и предназначена для тушения пожаров класса А, В, Е. МАУПТ может устанавливаться в закрытых объемах с температурным режимом от +40 до –40 °С.

ЗАДАНИЕ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ:

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Заполнить таблицу 2.2.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды и особенности огнетушащих (огнегасительных) средств.
2. Какие существуют способы прекращения процесса горения?
3. Как классифицируются огнетушители?
4. Какие виды огнетушителей применяются в Республике Беларусь?
5. Опишите порядок приведения в действие огнетушителей различных видов.

Таблица 2.2

Сведения об огнетушителях различных видов

<i>Марка огне- туши- теля</i>	<i>Классификация по виду огнетушащего веществ</i>	<i>Состав заряда</i>	<i>Темпера- тура эксплуа- тации</i>	<i>Возмож- ность применения</i>	<i>Требования по сроку переза- рядки</i>
ОВП-100					
ОУ-10					
ОП-5					

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаренков, А. М. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А.М.Лазаренков, Л.П.Филянович, В.П.Бубнов. - Минск: ИВЦ Минфина, 2010 - 655 с.
2. Сокол, Т. С. Охрана труда: учебное пособие / Т. С. Сокол; под ред. Н. В. Овчинниковой. - Минск: Дизайн ПРО, 2005 - 304 с.
3. Челноков, А. А. Охрана труда: учебник для вузов / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап; под общ. ред. А. А. Челнокова. - 2-е изд. - Минск: Вышэйшая школа, 2013 - 655 с.
4. Михайловский, С.А. Справочник по охране труда. - Мн.: Беларусь, 1990 - 542с.
5. ТКП 295-2011. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации.
6. ППБ Беларуси 01-2014. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь, утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 14.03.2014 г. № 3 (в ред. Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 25.02.2016 г. № 14).

Морозова Ольга Юрьевна

ОХРАНА ТРУДА

ПРАКТИКУМ

**по одноименной дисциплине для слушателей
специальности переподготовки
1-43 01 71 «Техническая эксплуатация
теплоэнергетических установок
и систем теплоснабжения»
заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 09.11.20.

Рег. № 78Е.

<http://www.gstu.by>