

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ

Учебные вопросы:

- 1. Процессы горения. Опасности пожара.**
- 2. Виды горения.**
- 3. Опасные факторы пожара.**
- 4. Опасные факторы взрыва.**
- 5. Пожарная опасность веществ.**
- 6. Пожаро- и взрывоопасность производств.**
- 7. Классификация и области применения электроустановок в пожаровзрывоопасных зонах.**
- 8. Пожарная безопасность технологических процессов и оборудования.**
- 9. Методы пожарной профилактики.**

Процессы горения. Опасности пожара

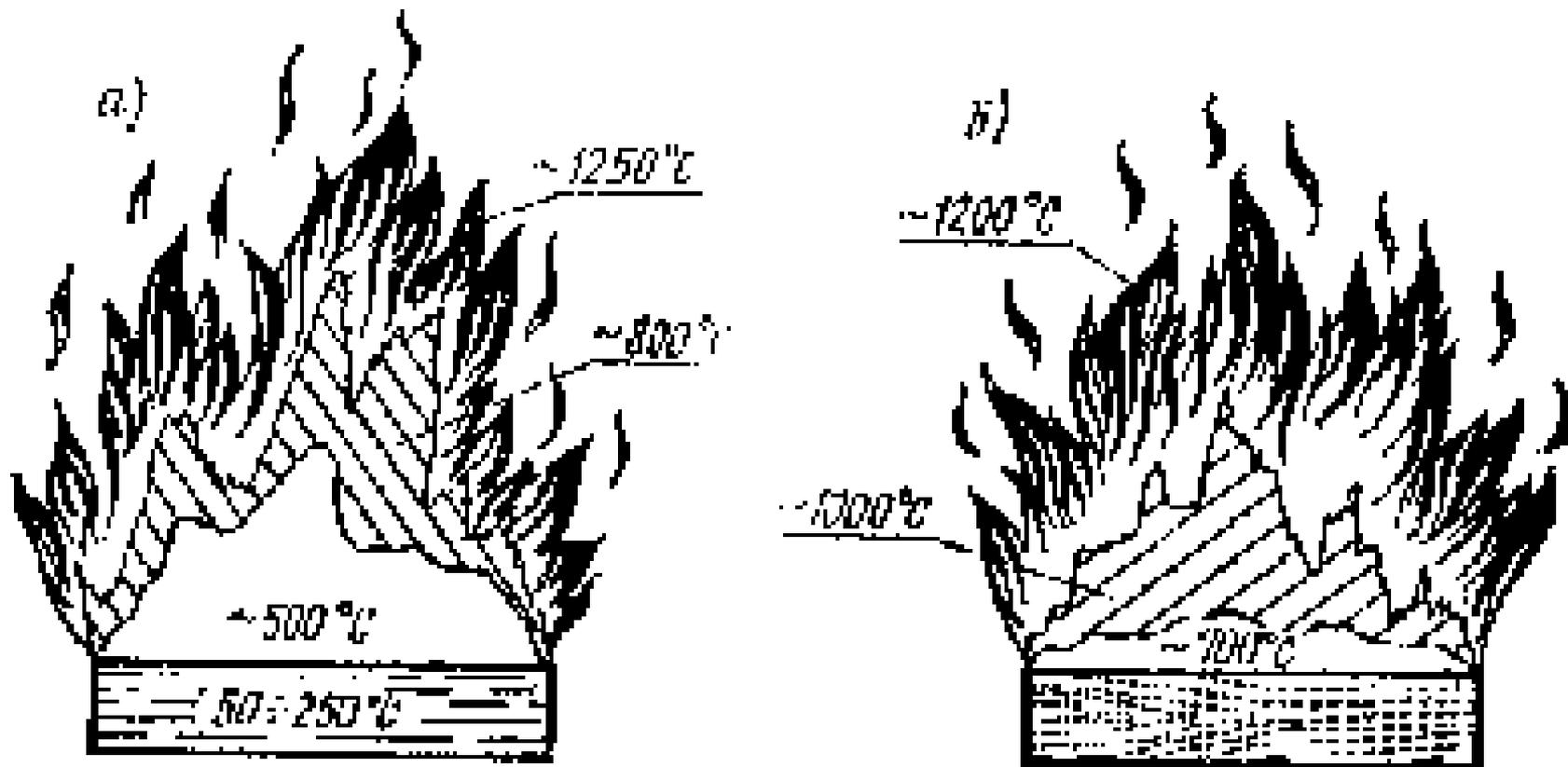
Процессы горения

Пожар - неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб и способное вызвать травмы и гибель людей.

Горение - это быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с кислородом, при этом выделяется энергия в виде тепла и света. Вещества могут гореть только в газообразном состоянии.

Твёрдые и жидкие вещества в совокупности с кислородом - неоднородные (гетерогенные) системы. При их нагревании скорость движения молекул повышается, образуются пары, которые окисляются и начинают гореть. Смеси горючих газов однородные (гомогенные) системы и они горят в виде взрыва.

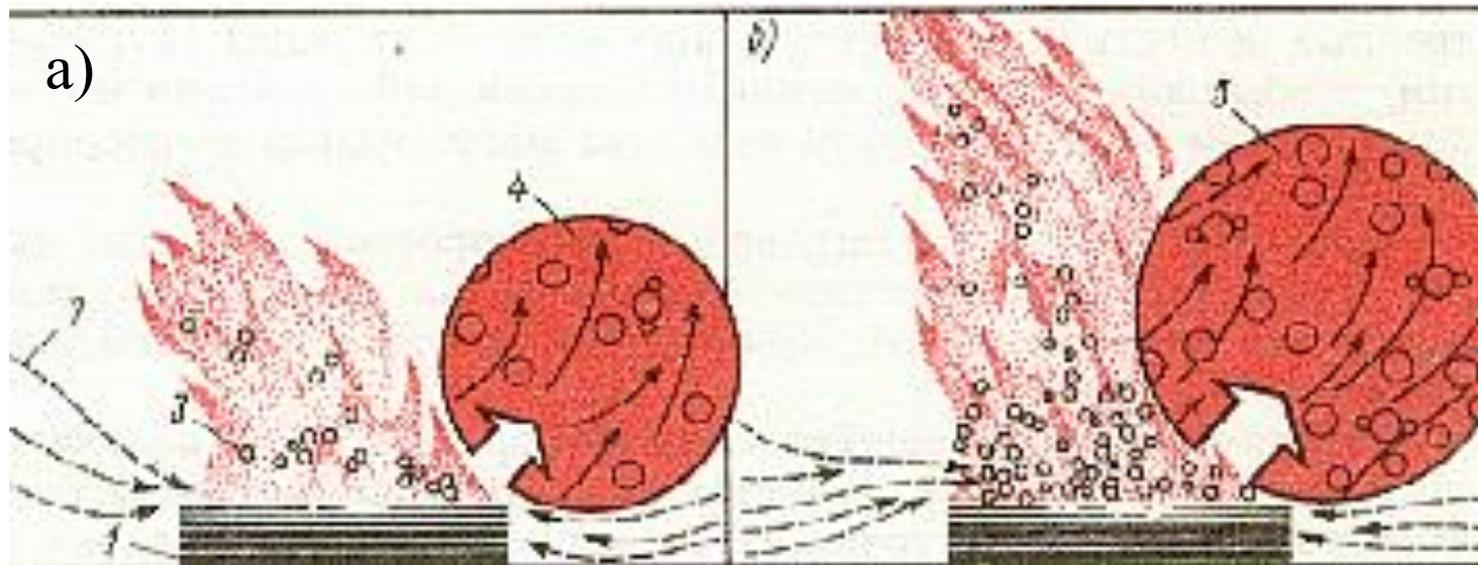
Процессы горения (продолжение 1)



Распространение температур в пламени при горении жидкостей (а) и твёрдых материалов (б)

Процессы горения (продолжение 2)

Горение усиливается за счёт **цепной реакции** - теплота воспламеняет всё большее количество паров, при горении выделяется большее количество теплоты и т.д.



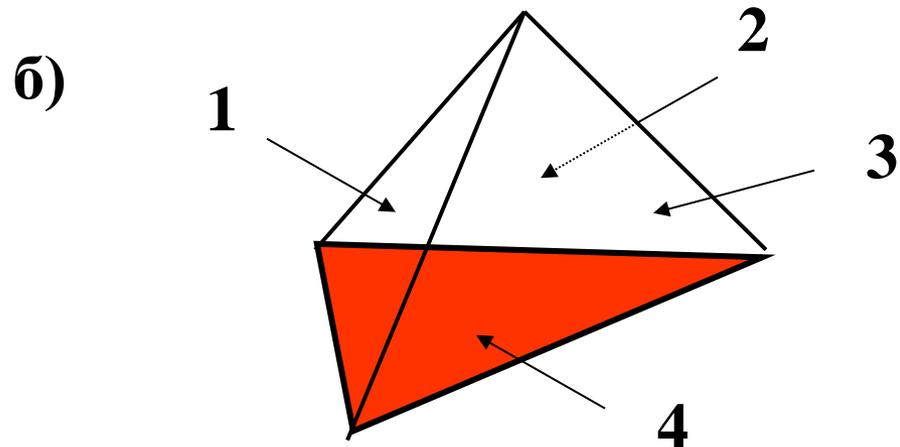
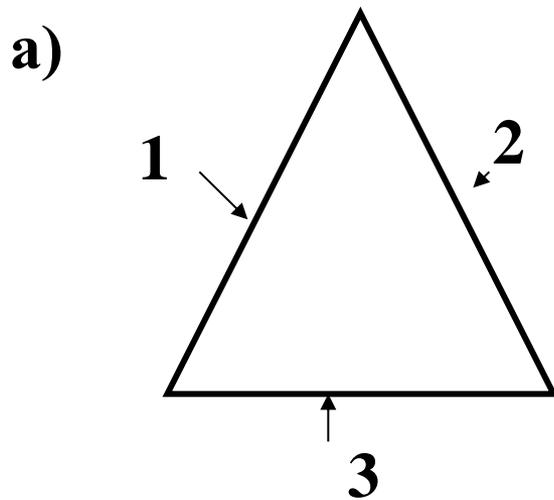
Цепная реакция при горении: а - начало; б - развитие

1 - горючее вещество; 2 - кислород; 3 - пары; 4 - количество молекул в начале цепной реакции; 5 - то же на дальнейшей стадии развития.

Процессы горения (продолжение 3)

Для осуществления горения необходимо три элемента: **горючее вещество (1), окислитель (2), источник зажигания (3)**, а для поддержания горения - **цепная реакция (4)**.

Процесс горения характеризуется **пожарным треугольником (а)**, и более точно - **пожарным тетраэдром (б)**.



Горение прекращается, если убрать одну из граней тетраэдра.

Виды горения

От свойств горючей смеси:

- Гомогенное
- Гетерогенное
- Горение взрывчатых веществ и порохов

По скорости распространения пламени:

- Дефлаграционное (нормальное) – $V < 10$ м/с.
- Взрывное – $10 < V < 1000$ м/с.
- Детонационное – $V > 1000$ м/с.

Способы воспламенения

Самовоспламенение – результат химической реакции вследствие нагрева всей смеси до температуры, при которой она воспламеняется самостоятельно, без внешнего воздействия.

Вынужденное воспламенение – результат зажигания горючей смеси высокотемпературным источником тепла.

Характерные параметры источников зажигания.

- Температура канала молнии — 30000°C при силе тока 200000 A и времени действия около 100 мкс .
- Энергия искрового разряда вторичного воздействия молнии превышает 250 мДж и достаточна для воспламенения горючих материалов с минимальной энергией зажигания до $0,25\text{ Дж}$.

Параметры источников зажигания (продолжение).

- Энергия искровых разрядов при заносе высокого потенциала в здание по металлическим коммуникациям достигает значений 100 Дж и более, что достаточно для воспламенения всех горючих материалов.
- Температура сварочных частиц и никелевых частиц ламп накаливания достигает 2100°C.
- Температура капель при резке металла 1500°C.
- Температура дуги при сварке и резке достигает 4000°C.

Таблица – Зона разлета частиц при коротком замыкании и высоте расположения провода

Высота расположения провода, м	Зона разлета частиц при коротком замыкании, м	Вероятность попадания (%)	Зона разлета частиц при коротком замыкании, м	Вероятность попадания (%)
10	5	92	9	6
3	4	96	8	1
1	3	99	6	6

Максимальная температура, °С, на *колбе электрической лампочки* накаливания зависит от мощности, Вт:

25 Вт – 100°С; 40 Вт – 150°С; 75 Вт – 250°С;
100 Вт – 300°С; 150 Вт – 340°С; 200 Вт – 320°С.

Температура тления и время тления, °С (мин), некоторых малокалорийных источников тепла:

- тлеющая папироса — 320-410 °С (время тления 2-2,5 мин);
- тлеющая сигарета — 420-460 °С (время тления 26-30 мин);
- температура спички достигает 650°С.

Для *искр* печных труб, труб котельных, труб тепловозов, искр костров установлено, что искра:

- диаметром 2 мм пожароопасна, если имеет температуру около 1000°С,
- диаметром 3 мм — 800°С,
- диаметром 5 мм — 600°С.

В ряде случаев пожар инициируется *самовозгоранием*.

Самовозгорание присуще многим горючим веществам и материалам и бывает следующих видов:

- тепловое,
- химическое,
- микробиологическое.

Тепловое самовозгорание выражается в аккумуляровании материалом тепла, в процессе которого происходит самонагревание материала. Температура самонагревания вещества или материала является показателем его пожароопасности. Для большинства горючих материалов этот показатель лежит в пределах от 80 до 150°С:

- бумага — 100°С;
- войлок строительный — 80°С;
- дермантин — 40°С;
- древесина: сосновая — 80, дубовая — 100, еловая — 120°С;
- хлопок-сырец — 60°С.

Химическое самовозгорание зачастую проявляется пламенным горением. Для органических веществ данный вид самовозгорания происходит при контакте с кислотами (азотной, серной), растительными и техническими маслами. Масла и жиры, в свою очередь, способны к самовозгоранию в среде кислорода. Неорганические вещества способны самовозгораться при контакте с водой (например, гидросульфит натрия). Многоатомные спирты самовозгораются при контакте с перманганатом калия.

Микробиологическое самовозгорание связано с выделением тепловой энергии микроорганизмами в процессе жизнедеятельности в питательной для них среде (сено, торф, древесные опилки и т.п.).

Опасные факторы пожара

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

1. Открытый огонь и искры – приводят к ожогам.

Предельное время воздействия на человека (час):

$$\tau = 0,013 \cdot E^{-1,61}$$

E – поверхностная плотность теплового потока (Вт/м²).

В стандартах США допустимый уровень $E=5$ кВт/м², при воздействии 15 секунд вызывает ожог 1-й степени, при воздействии 40 секунд – 2-й степени.

В РФ время эвакуации рассчитывается из ПДУ $E=2,5$ кВт/м².

Опасные факторы пожара (продолжение)

2. Повышенная температура окружающей среды вызывает разной тяжести ожоговые поражения *дыхательных путей* и *кожи человека*. В зоне горения температура порядка 1000-1200⁰С, а в горящем помещении 400-600⁰С. Температура более 50⁰С является уже опасной для человека.

При температуре порядка 200⁰С жизнь человека сохраняется не более 5 минут; при 95-120⁰С около 15-20 минут; а 60-70⁰С человек может выдержать порядка 40-80 минут.

В РФ за критическую температуру среды взято 60⁰С.

3. Токсичные продукты горения полимерных материалов - стирол, формальдегид, цианистый водород, фенол ведут к острым отравлениям с летальным исходом в более чем 70% случаях.

Наиболее токсичны СО и СО₂, они в 300 раз лучше О₂ растворяются в крови и реагируют с гемоглобином образуя карбокси-гемоглобин, что приводит к кислородному голоданию.

Опасные факторы пожара (продолжение)

4. Пониженная концентрация кислорода. Содержание O_2 в продуктах горения снижается до 16% в *начальной стадии*, и до 1-2% в период *развитого пожара*. Избыточная концентрация CO_2 в воздухе уменьшает поступление кислорода и следствием этого является учащённое дыхание. При концентрации кислорода ниже 10% происходит потеря сознания. Содержание угарного газа CO более 1% приводит к летальному исходу через 3 - 5 минут.

Объёмная доля O_2 во вдыхаемом воздухе, %. Симптом

- 17 – Некоторая потеря координации, учащенное дыхание
- 12 – Головокружение, головная боль, утомляемость
- 9 – Потеря сознания
- 6 – Смерть в течении нескольких минут

5. Дым ухудшает видимость, вызывает раздражение глаз, лёгких.

6. Обрушение конструкций – приводит к механическим травмам.

Опасные факторы взрыва

ГОСТ 12.1.010-76 (1996) ССБТ Взрывоопасность. Общие требования.

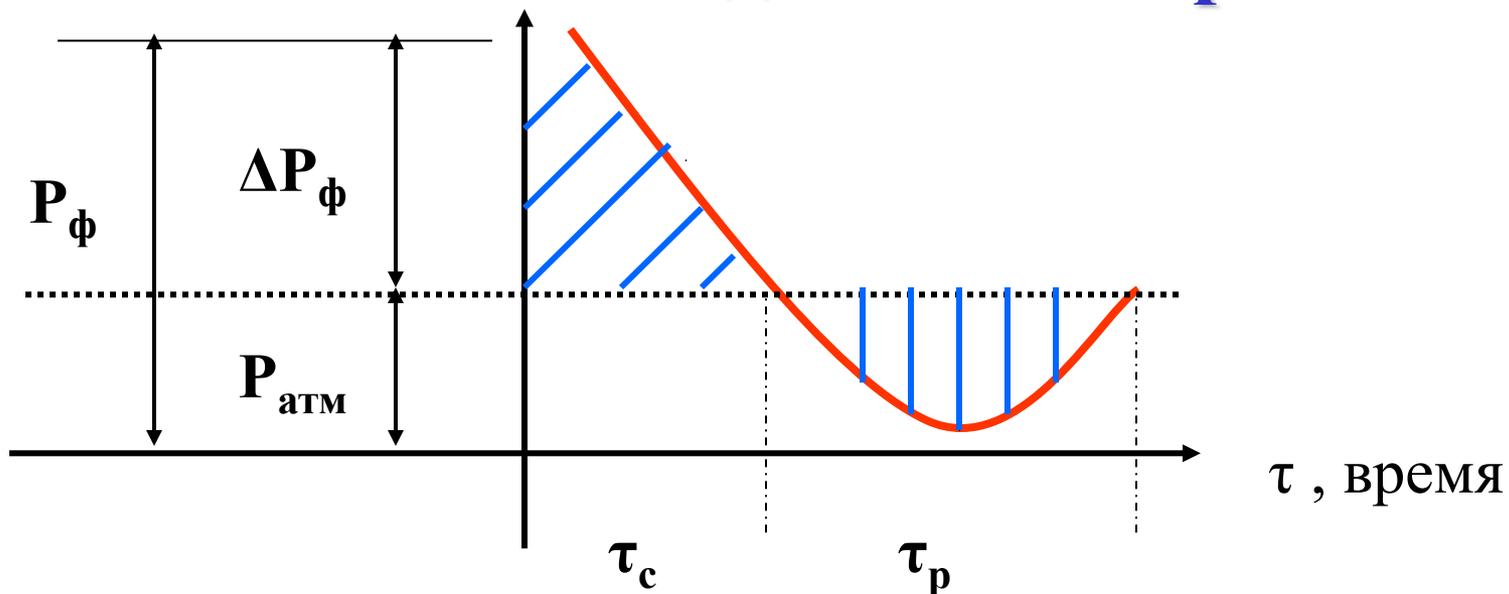
1. **Ударная волна** – это область сжатия среды, которая в виде сферического слоя распространяется во все стороны от места взрыва.

Ударная волна характеризуется избыточным давлением и давлением скоростного напора.

Резкое повышение давления воспринимается как сильный удар, а скоростной напор создаёт лобовое давление, которое приводит к перемещению тела в пространстве. Степень поражения ударной волной зависит от избыточного давления.

Опасные факторы взрыва (продолжение)

Понятие избыточного давления взрыва



τ_c - фаза сжатия; τ_p - фаза разряжения.

Разность между максимальным давлением $P_{ф}$ во фронте ударной волны и атмосферным $P_{атм}$ называется избыточным давлением $\Delta P_{ф}$ ударной волны.

$$\Delta P_{ф} = P_{ф} - P_{атм.}$$

Опасные факторы взрыва (продолжение)

Величина избыточного давления во фронте ударной волны может достигать от 1,4 МПа до 2,1 МПа. Предельно-допустимым для человека является 0,1 МПа.

Избыточное давление, кПа	→	Последствия
--------------------------	---	-------------

10		Повреждений не наблюдается.
20 - 100		Контузии, травмы разной степени тяжести.
Более 100		Летальный исход.

При взрывах в зоне **ЧС** происходит поражение людей и повреждение зданий и сооружений.

Различают зоны: слабых, средних, сильных и полных разрушений.

Опасные факторы взрыва (продолжение)

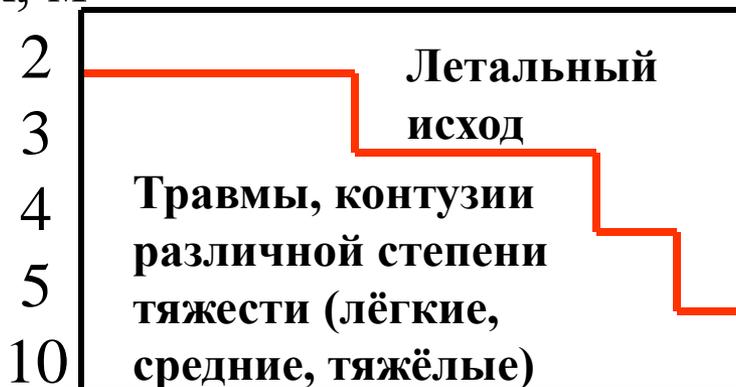
Избыточное давление ΔP_{ϕ} (кПа) при взрыве заряда массой G (кг), расположенного на расстоянии R (м), определяется:

$$\Delta P_{\phi} = 95 \frac{\sqrt[3]{G}}{R} + 390 \frac{\sqrt[3]{G^2}}{R^2} + 1300 \frac{G}{R^3}.$$

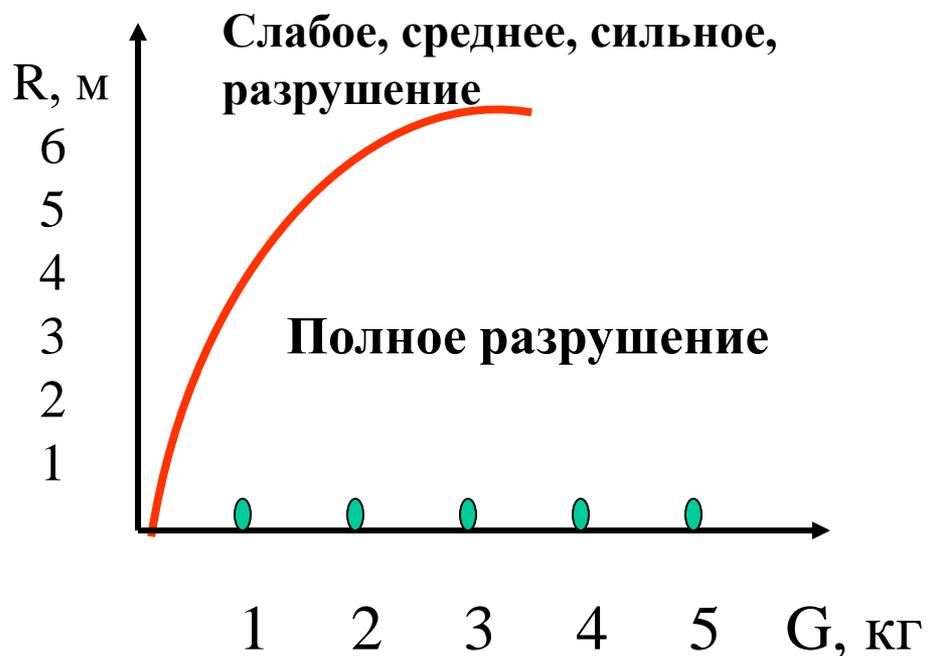
Поражение людей

G , кг - 0,2 0,5 1 2 3 5

R , м



Разрушение объектов



Опасные факторы взрыва (продолжение)

2. **Пламя.**

3. **Обрушившиеся конструкции, оборудование, коммуникации, здания и сооружения и их разлетающиеся части.**

4. **Образовавшиеся при взрыве и (или) выделившиеся из повреждённого оборудования вредные вещества, более ПДК.**

Справка

1973 г. В **США** при пожарах:

погибло - **12 тыс. человек;**

ранено - **300 тыс. человек;**

общий ущерб от пожаров составил - **11 млрд. \$.**

1967 г. Пожар в универсальном магазине (г. Брюссель):

погибло - **400 человек.**

1988 г. В **СССР** произошло **139 тыс. пожаров:**

погибло - **8504 человека;**

убытки - **340 млн. рублей.**

В **РФ** каждый год при пожарах гибнет **8 - 10 тыс. человек.**

Пожарная опасность веществ

Пожарная опасность веществ - это возможность возникновения и развития пожара, заключённая в них.

ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ.

1. Группа горючести. По горючести твёрдые (ТВ), жидкие (ЖВ) и газообразные (ГВ) вещества делят на негорючие, трудногорючие (не горят после удаления источника зажигания) и горючие. Горючие вещества делят на легковоспламеняющиеся (горючие газы) и трудновоспламеняющиеся.

Жидкости, способные гореть, относят к двум группам:

ЛВЖ с температурой вспышки менее 61°C (бензин, ацетон и др.).

ГЖ с температурой вспышки более 61°C (масло, мазут и др.).

Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ (продолжение)

2. Температура вспышки ($^{\circ}\text{C}$) – это самая низкая температура, при которой над поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но горение не происходит. Эта температура оценивается для ТВ и ЖВ.

3. Температура воспламенения ($^{\circ}\text{C}$) – это самая низкая температура, при которой выделяются горючие пары и после их зажигания возникает устойчивое горение.

4. Температура самовоспламенения ($^{\circ}\text{C}$) – это самая низкая температура, при которой возникает горение без внешнего воздействия.

5. Концентрационные пределы воспламенения (взрываемости) – область концентраций, в которой происходит горение вещества в воздухе:

НКПВ - нижний концентрационный предел воспламенения

ВКПВ - верхний концентрационный предел воспламенения

Концентрационные пределы воспламенения

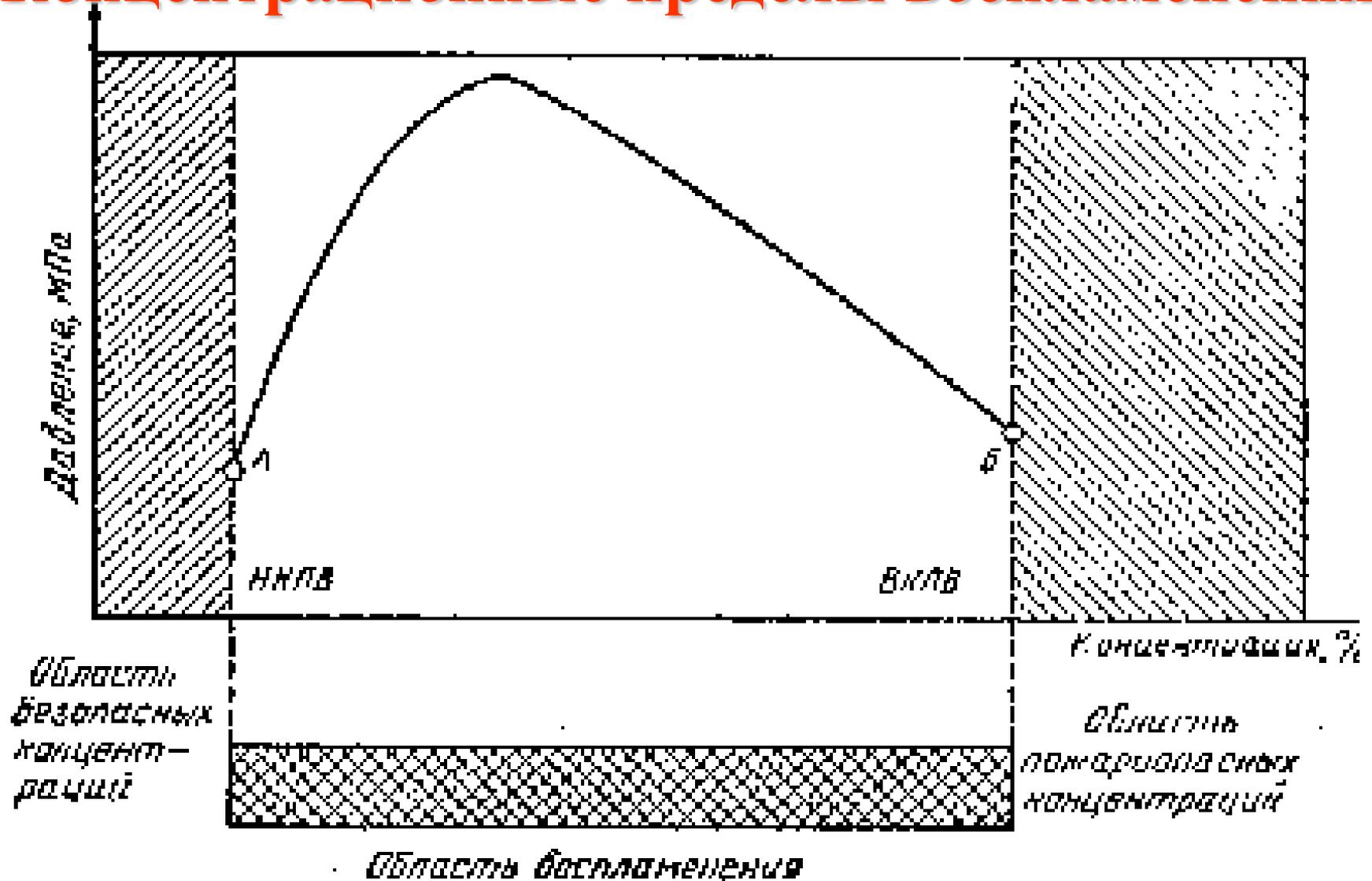
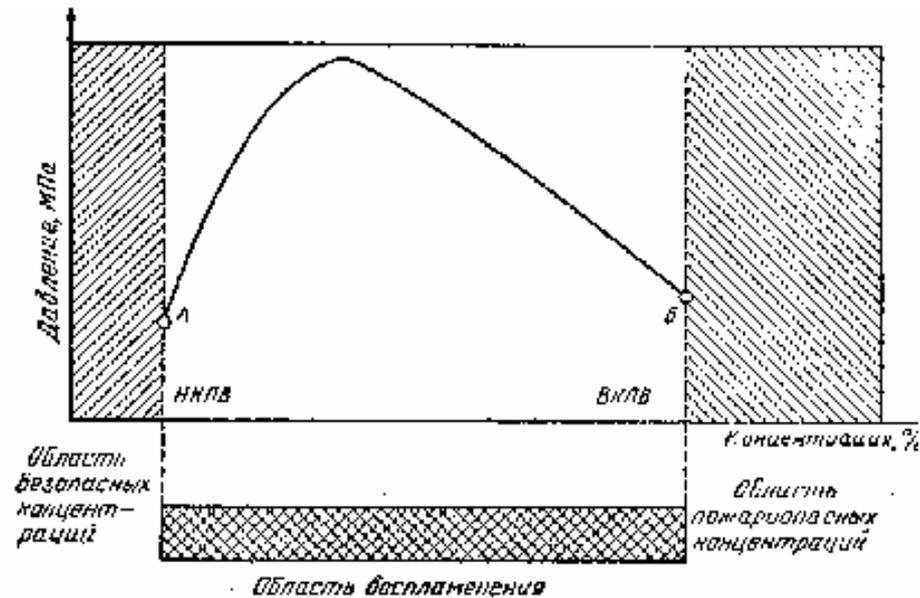


Схема изменения давления при взрыве газоздушных смесей в зависимости от концентрации горючего вещества

Концентрационные пределы воспламенения (продолжение)



Областью воспламенения (взрыва) называется область, расположенная между **НКПВ** и **ВКПВ**. Все смеси, концентрации которых ниже **НКПВ** и выше **ВКПВ**, в замкнутых объёмах взрываться не способны. Смеси с концентрациями выше **ВКПВ** при выходе из объёма способны гореть, как не смешанные с воздухом. Например, для паров бензина **НКПВ** - **ВКПВ** равны: 1,4 - 7,6 % об.

Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ (продолжение)

6. **Минимальная энергия зажигания** – это минимальная энергия электрического разряда (мДж), способная воспламенить смесь вещества с воздухом.

7. **Скорость горения** – линейная скорость (м/с) распространения пламени по веществу или смеси.

8. **Максимальное давление взрыва** – наибольшее избыточное давление (МПа), возникающее при взрывном сгорании воздушной смеси в замкнутом сосуде.

9. **Минимальное взрывоопасное содержание кислорода** – такая концентрация кислорода (%об.) в горючей смеси, меньше которой распространение пламени в смеси становится невозможным при любой концентрации горючего в смеси.

10. **Скорость выгорания** (г/м^3) – количество жидкости, сгорающей в единицу времени с единицы площади.

Основные показатели:

Для **жидкости** – это $T_{\text{всп.}}$ (ГЖ $T_{\text{всп.}} > 61^\circ\text{C}$)
(ЛВЖ $T_{\text{всп.}} < 61^\circ\text{C}$)
(особо опасные ЛВЖ $T_{\text{всп.}} < 28^\circ\text{C}$)
затем НКПВ; $T_{\text{с.восп.}}$; скорость горения.

Для **газов** – НКПВ; $T_{\text{с.восп.}}$; W_{min} ; скорость распространения
пламени; P_{max} ; скорость нарастания давления взрыва.

Для **горючих пылей** – это НКПВ (взрывоопасные НКПВ $< 65 \text{ г/м}^3$)
(пожароопасные НКПВ $> 65 \text{ г/м}^3$)
затем P_{max} ; скорость нарастания давления взрыва; МВСК.

Для **твёрдых веществ и материалов** – $T_{\text{восп.}}$; $T_{\text{с.восп.}}$.

Пожаро- и взрывоопасность производств

Согласно **НПБ 105-03** по взрывопожарной и пожарной опасности **помещения** подразделяются на категории **А, Б, В1 – В4, Г** и **Д**, а **здания** – на категории **А, Б, В, Г** и **Д**.

По пожарной опасности **наружные установки** подразделяются на категории **А_н, Б_н, В_н, Г_н** и **Д_н**.

Определение категорий помещений осуществляется путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от высшей (А) к низшей (Д).

Категории помещений по степени их пожаровзрывоопасности

Категория	Характеристика веществ и материалов помещения, находящихся (образующихся) в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы (ГГ), легковоспламеняющиеся взрывопожароопасные жидкости (ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. 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.
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ взрывопожароопасные с температурой вспышки более 28°C, горючие жидкости (ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Категории помещений по степени их пожаровзрывоопасности

Категория	Характеристика веществ и материалов помещения, находящихся (образующихся) в помещении
В1-В4 Пожаро- опасная	ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые пожароопасные горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), веществ и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; ГГ, ГЖ и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Определение категорий В1 – В4 помещений

К пожароопасной категории **В** следует относить помещения, в технологическом процессе которых находятся или обращаются горючие материалы, при этом уровень пожарной опасности учитывается введением такого критерия как пожарная нагрузка и устанавливается дифференцированной классификацией, в соответствии с которой помещения категории **В** разделяются на 4 категории (**В1**, **В2**, **В3**, **В4**) в зависимости от удельной временной пожарной нагрузки (в помещении). При этом категории **В1**, **В2** и **В3** в основном соответствуют действующей в настоящее время категории **В**, а категория **В4** с практической точки зрения аналогична существующей категории **Д** (с небольшой пожарной нагрузкой).

Категория	Удельная пожарная нагрузка на участке, мДж/м ²
В1	более 2200
В2	1401 – 2200
В3	181 – 1400
В4	1 – 180

Классификация и области применения электроустановок в пожаровзрывоопасных зонах

Классификация помещений и наружных установок на взрывоопасные и пожароопасные зоны производится с целью *исключения появления источников зажигания.*

ВЗРЫВООПАСНОЙ ЗОНОЙ называется помещение или ограниченное пространство в помещении (в радиусе 5 м) или наружной установке (см. класс зоны В-1г), *в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.*

Классификация взрывоопасных зон

Зоны класса В-І — зоны, расположенные в помещениях, в которых **выделяются горючие газы или пары ЛВЖ** в таком количестве, что они **могут образовать** с воздухом **взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.**

Классификация взрывоопасных зон

Зоны класса В-Ia — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси ГГ (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, **а возможны только в результате аварий или неисправностей.**

Зоны класса В-Iб — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси ГГ или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и **которые отличаются одной из следующих особенностей:**

- ГГ в этих зонах обладают высоким НКПВ (15 % и более);
- образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения.

Классификация взрывоопасных зон

Зоны класса В-Г — пространства у наружных установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок), надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или ГГ (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т.п.

Зоны класса В-П — зоны, расположенные в помещениях, с выделением горючей пыли или волокна, способных образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы. (НКПВ < 65 г/м³).

Зоны класса В-Па — зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные в В-П, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны **только в результате аварий или неисправностей**. (НКПВ < 65 г/м³).

Классификация пожароопасных зон

ПОЖАРООПАСНОЙ ЗОНОЙ называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

Зоны класса П-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с $T_{всп.}$ выше 61°C .

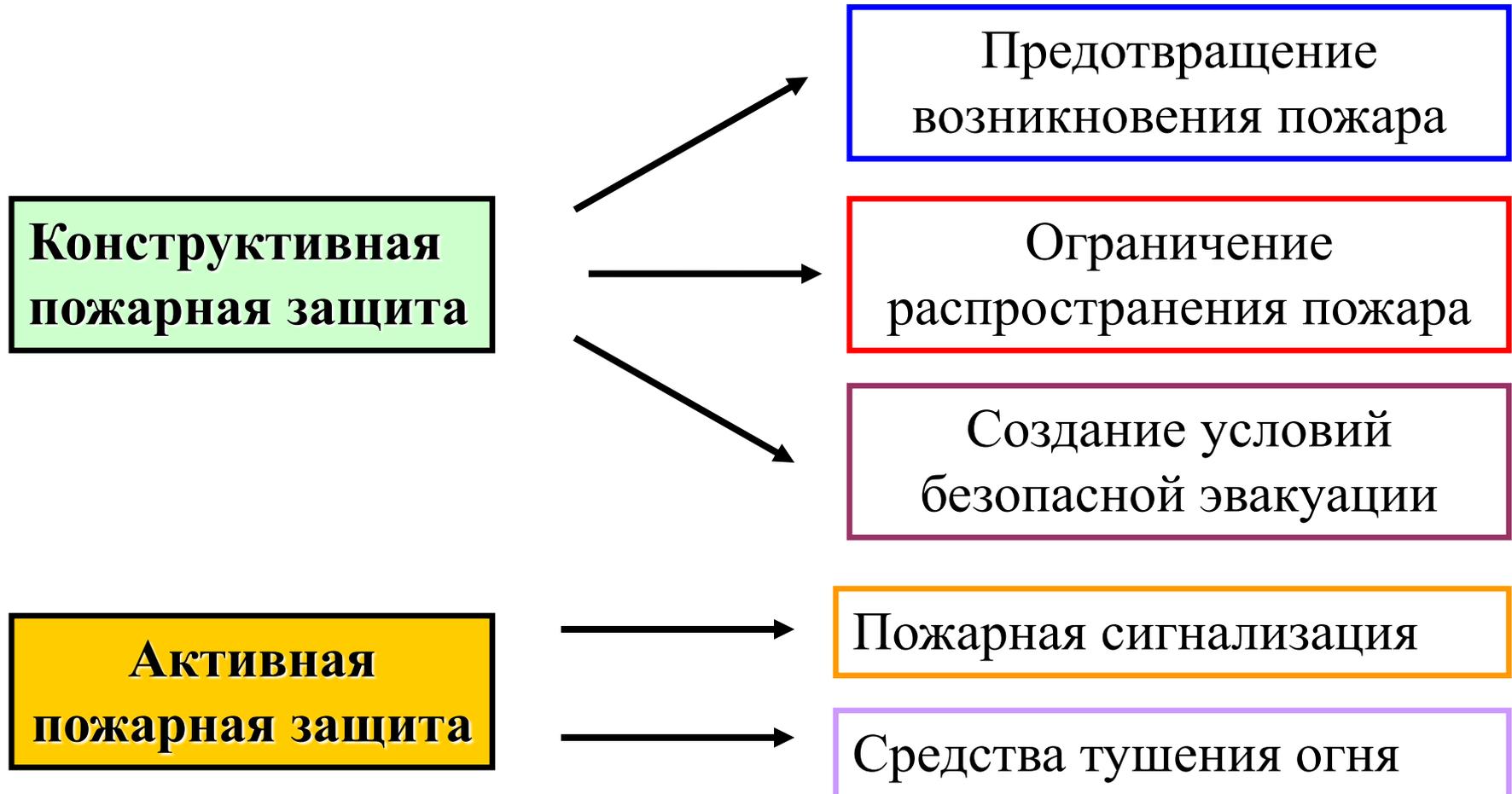
Зоны класса П-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с НКПВ более 65 г/м^3 к объему воздуха.

Зоны класса П-IIIa — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

Зоны класса П-III — расположенные вне помещений зоны, в которых обращаются горючие жидкости с $T_{всп.}$ выше 61°C или твердые горючие вещества.

Пожарная безопасность технологических процессов и оборудования

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76 вероятность возникновения пожара или взрыва не должна превышать на любом производственном участке в течении года 10^{-6} в расчёте на 1 чел.



Конструктивная пожарная защита

1. Для предотвращения возникновения пожара необходимо.

- Предотвратить образование **горючей среды**
 - герметизация газовых устройств;
 - введение в горючие смеси флегматизирующих добавок;
 - контроль сжигания топлива (от погасания горелок и т.д.);
 - хранение жидкостей под инертными газами, плавучими крышками;
 - конструкции агрегатов не должны способствовать оседанию пыли;
 - концентрация пыли = 0,5 НКПВ;
 - увлажнение диспергируемых материалов.

Конструктивная пожарная защита (продолжение)

- Предотвращение образования в горючей среде **источников зажигания**
 - регламент эксплуатации оборудования;
 - автоматизация и сигнализация отклонений от нормального режима;
 - использование материалов не дающих искр (бронза, латунь, нержавеющей сталь и т.д.);
 - ПУЭ регламентированы условия безопасного применения электрооборудования;
 - предотвращение накопления и устранение зарядов статического электричества.

Конструктивная пожарная защита (продолжение)

2. Для ограничения **распространения пожара** применяют различные огнепреграждающие устройства:

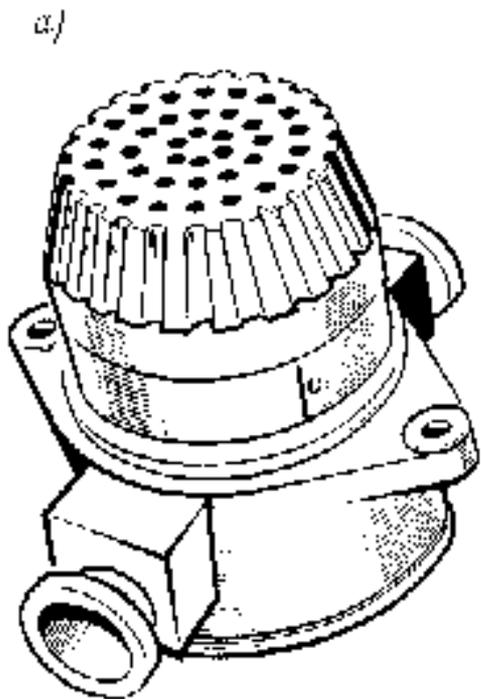
- огнепреградители (гашение пламени в узких каналах);
- затворы – охлаждение горячей смеси проходящей через
 - а) слой жидкости (гидравлический затвор)
 - б) слой твёрдых сухих материалов (сухой затвор);
- автоматические задвижки (реакция на тепло, пламя, дым);
- предохранительные мембраны.

3. Создание **условий безопасной эвакуации** людей – это оборудование аварийных выходов и пожарных лестниц. В зданиях должна быть вывешена понятная информация о расположении аварийных выходов, представлен план эвакуации людей. Не допускается загромождение проходов и аварийных выходов.

Активная пожарная защита.

Пожарная сигнализация

Пожарная сигнализация включает извещатели-датчики и приёмники сигнала. Извещатели бывают ручные и автоматические; последние реагируют на тепло, дым или свет.



Пожарные извещатели: а - автоматический; б - ручной.

Активная пожарная защита (продолжение)

Способы тушения пожара

Эффективность тушения, особенно в начальной стадии, зависит от правильного выбора способа, а затем и средств тушения пожара.

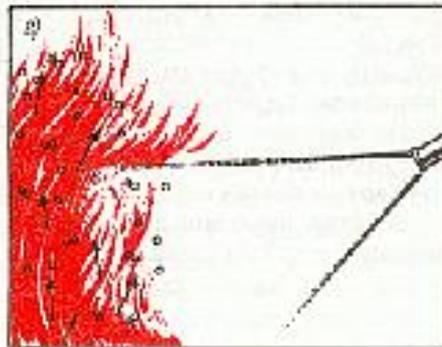
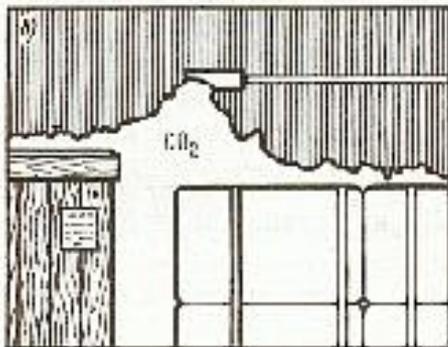
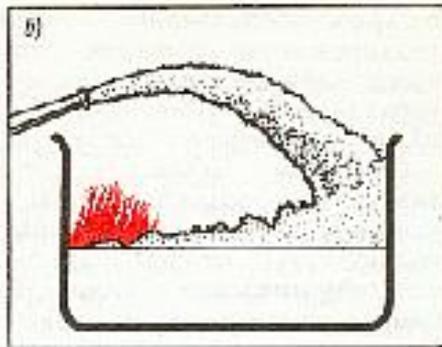
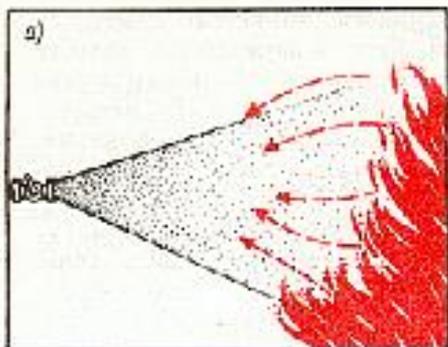
Условия прекращения горения:

- ликвидация горючего вещества из зоны горения или снижение его концентрации ($\text{гор. в-во} < \text{НКПВ}$);
- снижение % содержания O_2 в зоне горения до пределов, при которых горение невозможно ($\text{O}_2 < \text{МВСК}$);
- понижение температуры горючей смеси до температуры ниже $T_{\text{воспл.}}$ ($T_{\text{гор.смеси}} < T_{\text{воспл.}}$).

Активная пожарная защита (продолжение)

Принципы тушения огня

Ликвидация пожара - это воздействие (атака) на одну или несколько граней пожарного тетраэдра.



- а - охлаждение это атака на грань теплоты в пожарном тетраэдре;
- б - тушение это отделение горючего вещества от кислорода;
- в - снижение концентрации кислорода это атака на грань кислорода;
- г - прерывания цепной реакции это атака на грань цепной реакции.

Активная пожарная защита (продолжение)

Способы тушения пожара

Тушение пожара достигается различными **способами**, главные из них:

- охлаждение зоны реакции или самих горящих веществ (вода, пена, активное перемешивание жидкостей);
- разбавление реагирующих веществ (снижение O_2 при введении N_2 , CO_2 ; разбавление горючих веществ негорючими – *спирт - водой*);
- химическое торможение реакции горения (подача в зону реакции ингибиторов – замедлителей реакции);
- изоляция реагирующих веществ от зоны сгорания (создание: *изолирующего слоя* в горючих материалах путём нанесения на их поверхность огнетушащих веществ; *разрывов* в горючих материалах путём их разборки и удаления из зоны горения).

Активная пожарная защита (продолжение)

Способы тушения пожара

Тушение пожара достигается различными **способами**, главные из них:

- охлаждение зоны реакции или самих горящих веществ (вода, пена, активное перемешивание жидкостей);
- разбавление реагирующих веществ (снижение O_2 при введении N_2 , CO_2 ; разбавление горючих веществ негорючими – *спирт - водой*);
- химическое торможение реакции горения (подача в зону реакции ингибиторов – замедлителей реакции);
- изоляция реагирующих веществ от зоны сгорания (создание: *изолирующего слоя* в горючих материалах путём нанесения на их поверхность огнетушащих веществ; *разрывов* в горючих материалах путём их разборки и удаления из зоны горения).

Активная пожарная защита (продолжение)

Огнетушащие вещества

Жидкости

1. Распылённая вода.
2. Пена.

Газы

1. Углекислый газ.
2. Хладоны.

Порошки

1. Фосфат аммония.
2. Бикарбонат натрия.
3. Бикарбонат калия.
4. Хлорид калия.

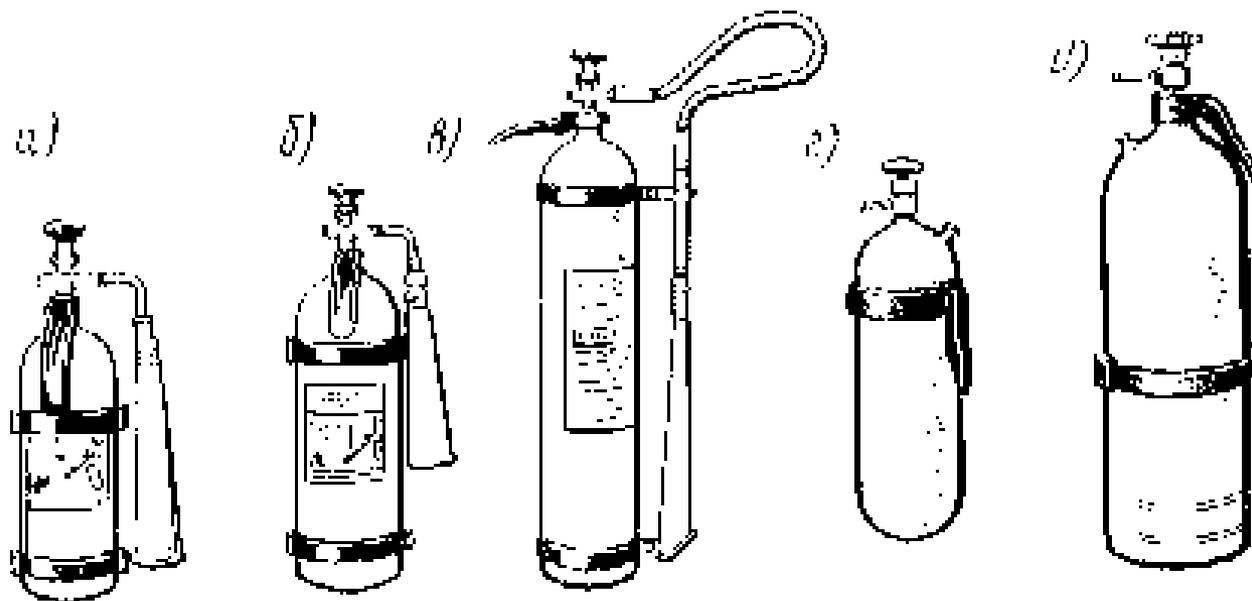
Средства доставки:

- передвижные;
- стационарные;
- огнетушители.

Активная пожарная защита (продолжение)

Средства тушения пожара

1. Простейшие средства (песок, плотный материал, инвентарь).
2. Первичные средства - огнетушители (химические пенные - **ОХП**, углекислотные - **ОУ**, порошковые - **ОП**).



Огнетушители углекислотные: а, б, в -(ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8);
г, д - углекислотно- бромэтиловые

Активная пожарная защита (продолжение)

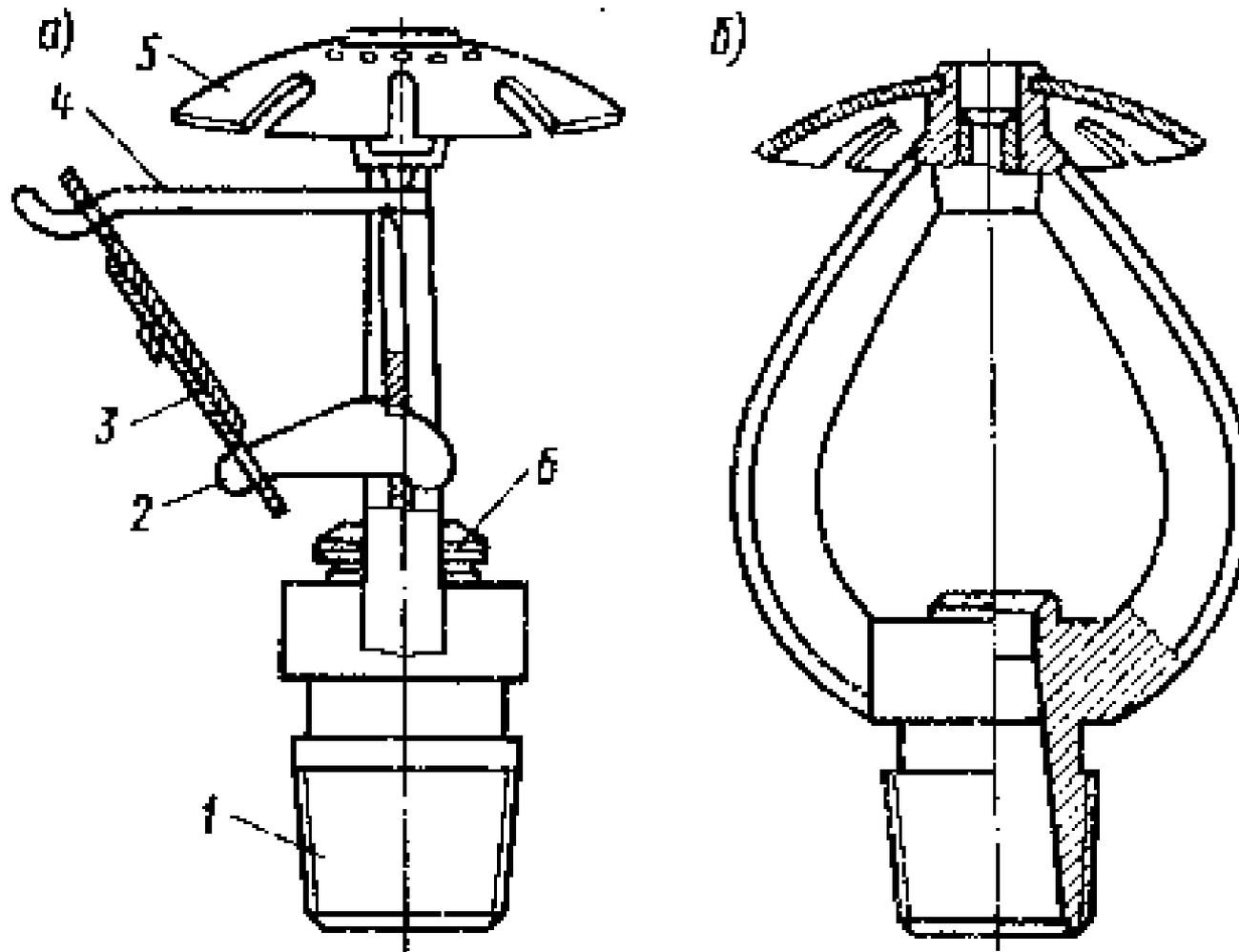
3. Пожарные системы (водяная, пенная, углекислотная).

Водяная система наиболее эффективна для тушения древесины, ткани, бумаги. Эти системы делят на неавтоматические (пожарный водопровод) и автоматические (**спринклерная** и **дренчерная**). Головки **спринклерной** системы имеют замки из легко плавкого припоя, который при действии огня расплавляется и вода орошает зону пожара. Головки **дренчерной** системы открыты, а вода подаётся автоматически по сигналу извещателя.

Пенная система наиболее эффективна для тушения нефтепродуктов.

Углекислотные системы в основном используют для тушения нефтепродуктов и электроустановок.

ГОСТ 12.4.009-83* ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.



Оросители - спринклерный (а) и дренчерный (б):
1 - насадок; 2, 4 - рычаги; 3 - легкоплавкий замок;
5 - распылитель; 6 - клапан.

Методы пожарной профилактики

Пожарная профилактика — это организационно-технические мероприятия направленные на:

- обеспечение безопасности людей;
- предотвращение пожара;
- ограничение распространение пожара;
- создание условий успешного течения пожара.

При анализе пожаро- и взрывоопасности технологического процесса необходимо:

- Знать какие вещества и в каком количестве обращаются в данном производстве, их пожаровзрывоопасные свойства.
- Установить степень пожаровзрывоопасности среды внутри аппаратов и оборудования с учётом пожаровзрывоопасных свойств и режима работы.

Методы пожарной профилактики (продолжение)

- Выявить причины аварий и повреждений, их последствия.
- Выявить причины появления источников воспламенения и условия их взаимодействия с горючим веществом.
- Установить возможные причины и пути распространения пожара.
- Разработать средства защиты.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяют на:

- Технические – соблюдение противопожарных норм при проектировании, устройстве и размещении электрооборудования, отопления, вентиляции, освещения, защиты от электростатических разрядов и молниезащиты и др.

Методы пожарной профилактики (продолжение)

- Эксплуатационные мероприятия

- правильная эксплуатация агрегатов и т.д.
- правильное содержание зданий, территорий;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты, испытания.

- Организационные мероприятия

- обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности;
- создание добровольных пожарных дружин;
- издание инструкций, плакатов (о порядке работы с веществами и т.д.);
- проведение противопожарного инструктажа, ВНОВЬ ПРИНЯТЫМ.

Методы пожарной профилактики (продолжение)

- Режимные мероприятия

- ограничение, запрещение применения открытого огня, курения, сварочных работ;
- работы с огнеопасными и взрывчатыми веществами оформляются специальным нарядом;
- разработка эвакуационных маршрутов;
- количество выходов с каждого этажа не менее двух.

Взрыв; основные характеристики, взрывчатые вещества

Все продукты, способные взрываться, делят:

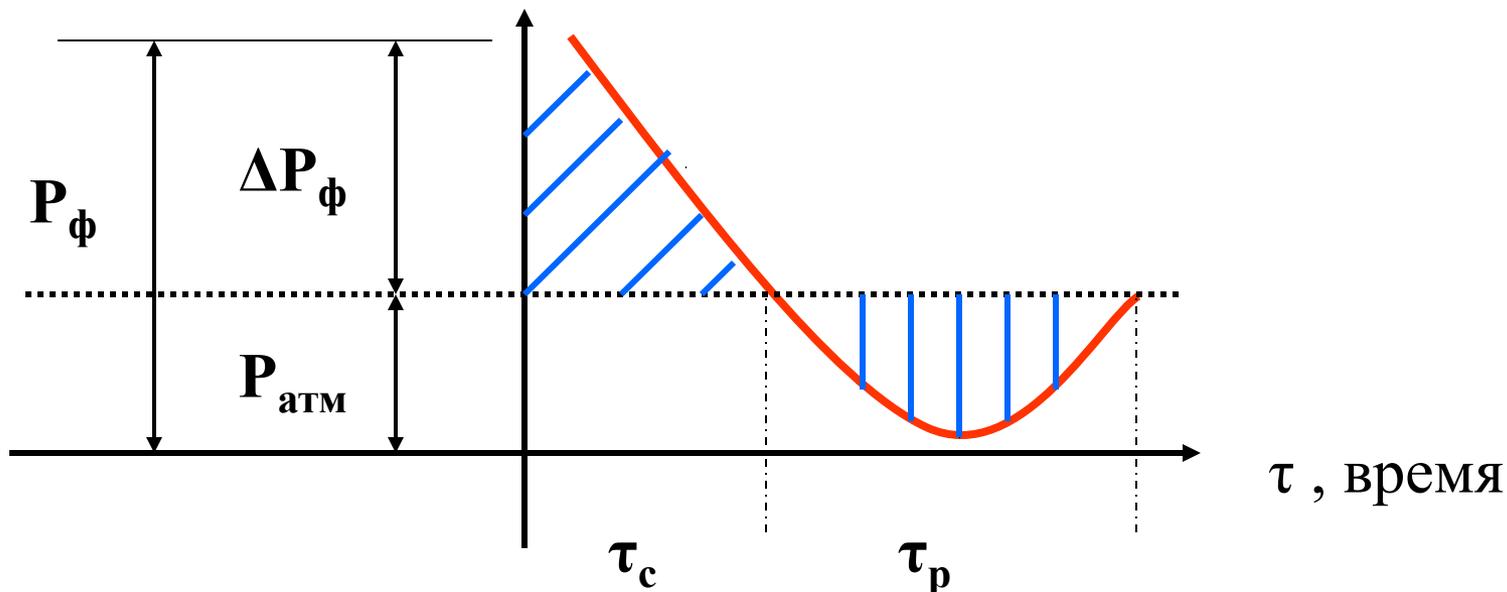
1. Взрывчатые вещества - **ВВ** (тринитротолуол, гексоген, динамит)
2. Взрывоопасные вещества (**ВОВ**) - это газо-топливно-воздушные смеси, газы, пыли).

Поражающие факторы при взрывах **ВВ** - воздушная ударная волна, осколки взрыва и тепловое поле, а при взрывах **ВОВ**, представляющих собой объёмные взрывы, ещё и токсическое задымление.

Воздушная ударная волна - это область сжатия среды, которая в виде сферического слоя распространяется во все стороны от места взрыва.

Ударная волна характеризуется избыточным давлением и давлением скоростного напора.

Понятие избыточного давления взрыва



τ_c - фаза сжатия; τ_p - фаза разряжения.

Разность между максимальным давлением $P_{\text{ф}}$ во фронте ударной волны и атмосферным $P_{\text{атм}}$ называется избыточным давлением $\Delta P_{\text{ф}}$ ударной волны.

$$\Delta P_{\text{ф}} = P_{\text{ф}} - P_{\text{атм.}}$$

Воздействие факторов взрыва на человека

Резкое повышение давления воспринимается как сильный удар, а скоростной напор создаёт лобовое давление, которое приводит к перемещению тела в пространстве. Степень поражения ударной волной зависит от избыточного давления.

Избыточное давление, кПа	→	Последствия
--------------------------	---	-------------

10		Повреждений не наблюдается.
20 - 100		Контузии, травмы разной степени тяжести.
Более 100		Летальный исход.

При взрывах в зоне **ЧС** происходит поражение людей и повреждение зданий и сооружений.

Различают зоны: слабых, средних, сильных и полных разрушений. Бризантность - способность ВВ производить при взрыве местное дробление твёрдых веществ.

Поражающие факторы взрывчатых веществ

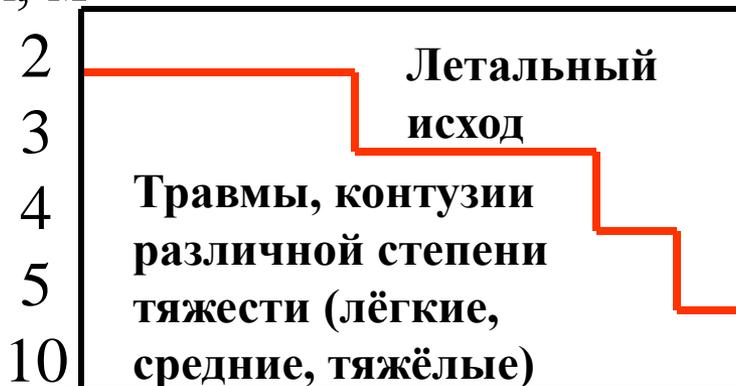
Избыточное давление ΔP_{ϕ} (кПа) при взрыве заряда массой G (кг), расположенного на расстоянии R (м), определяется:

$$\Delta P_{\phi} = 95 \frac{\sqrt[3]{G}}{R} + 390 \frac{\sqrt[3]{G^2}}{R^2} + 1300 \frac{G}{R^3}.$$

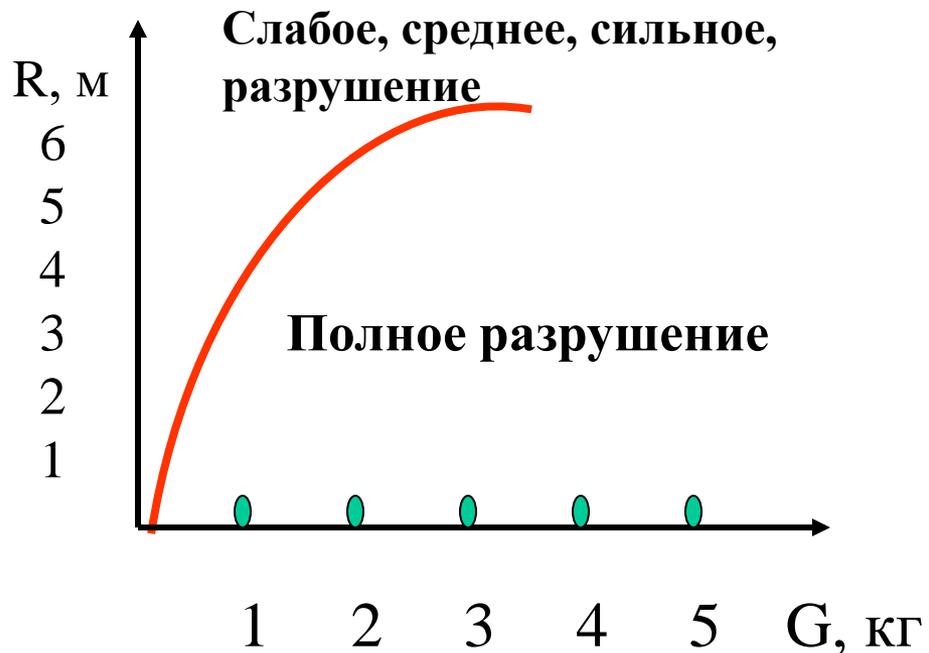
Поражение людей

G , кг - 0,2 0,5 1 2 3 5

R , м



Разрушение объектов



Справка

1974 г - взрыв на заводе в Англии; завод полностью разрушен; обрушилось 100 домов; погибло **130** человек; ранено **70** чел.

1979 г - взрыв на фабрике в Германии; фабрика полностью разрушена; погибло **24** человека; тяжело ранено **27** человек.

1988 г - взрыв вагонов со взрывчаткой в г. Арзамасе; разрушено 190 домов; погибло **92** человека; ранено **25** чел.

1989 г - взрыв на продуктопроводе в Башкирии; разрушен участок железной дороги; погибло **703** человека; тяжёлые ранения и ожоги получили **677** человек.

Взрывоопасные вещества

Взрывоопасными считаются смеси с воздухом углеводородных газов: метана, этана, пропана, бутана, этилена, пропилена, бутилена, ацетилена, пары бензинов, пыли, пары красок. Такие взрывы относятся к объёмным.

Взрыв может произойти, когда концентрация газообразного вещества лежит в пределах нижнего и верхнего порогов взрываемости, а для пылей - нижнего порога.

Зоны ЧС при объёмных взрывах

1. Детонационная (бризантная) зона, в которой скорость распространения волны составляет $n \cdot 1000$ м/с, максимальное давление **1700** кПа, а радиус зоны R_1 (м) зависит от количества взрывоопасной смеси G (т):

$$R_1 = 17,5 \sqrt[3]{G}$$

Зоны взрыва (продолжение)

2. Зона действия продуктов взрыва, осколков (зона «огненного шара»), максимальное давление 315 кПа, радиус зоны R_2 (м):

$$R_2 = 1,7 \cdot R_1$$

3. Зона действия воздушной ударной волны; радиус зоны R_3 (м):

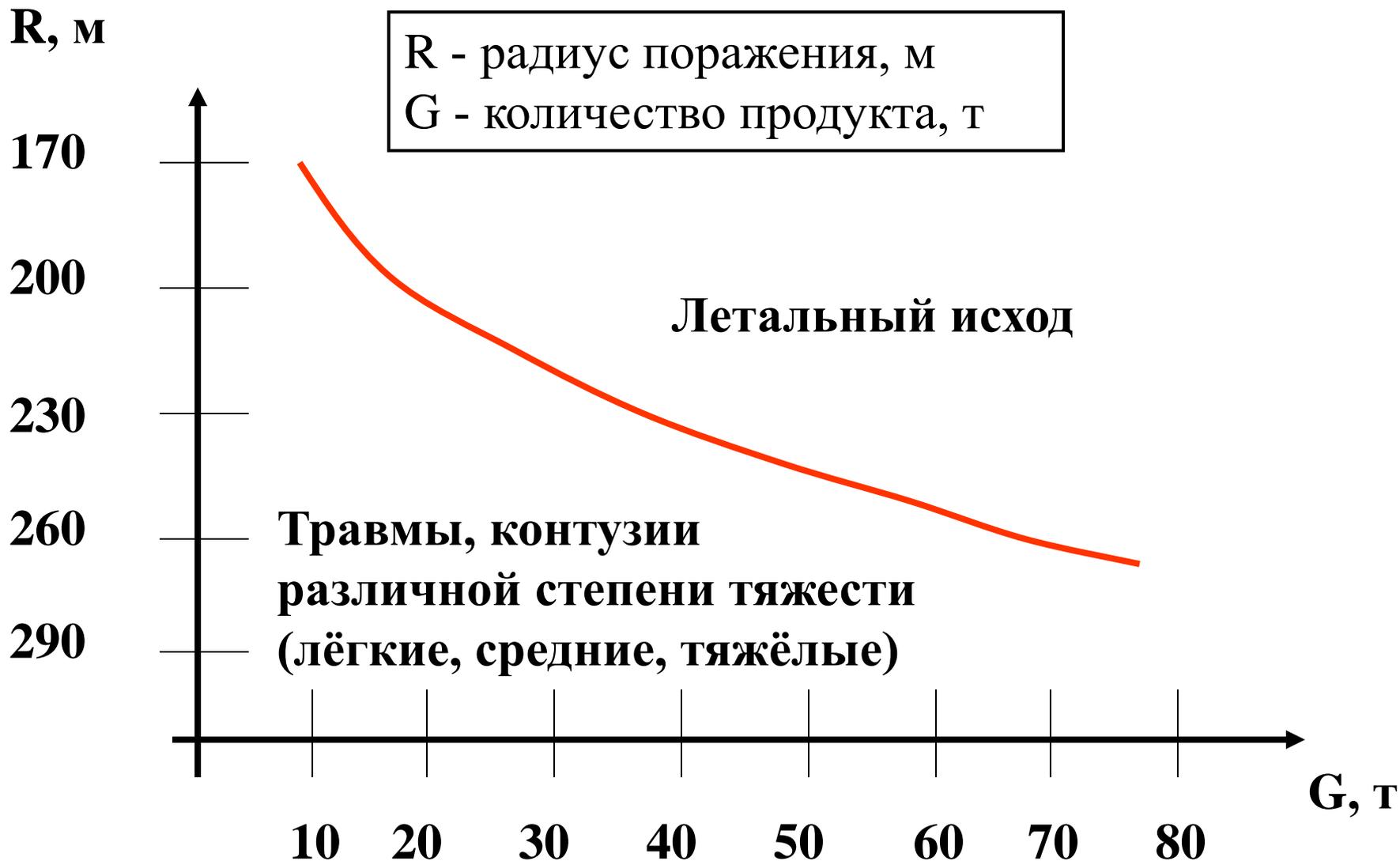
$$R_3 > R_2$$

4. Зона действия теплового поля; радиус зоны R_4 (м):

$$R_4 \approx 3,3 \cdot R_2$$

Тротиловый эквивалент взрыва парогазовой среды отражает долю энергии взрыва, затрачиваемую на формирование ударной волны, по сравнению с этой характеристикой для тринитротолуола.

Поражение людей при взрыве ВОВ



Разрушение объектов при взрыве ВОВ

