

# **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

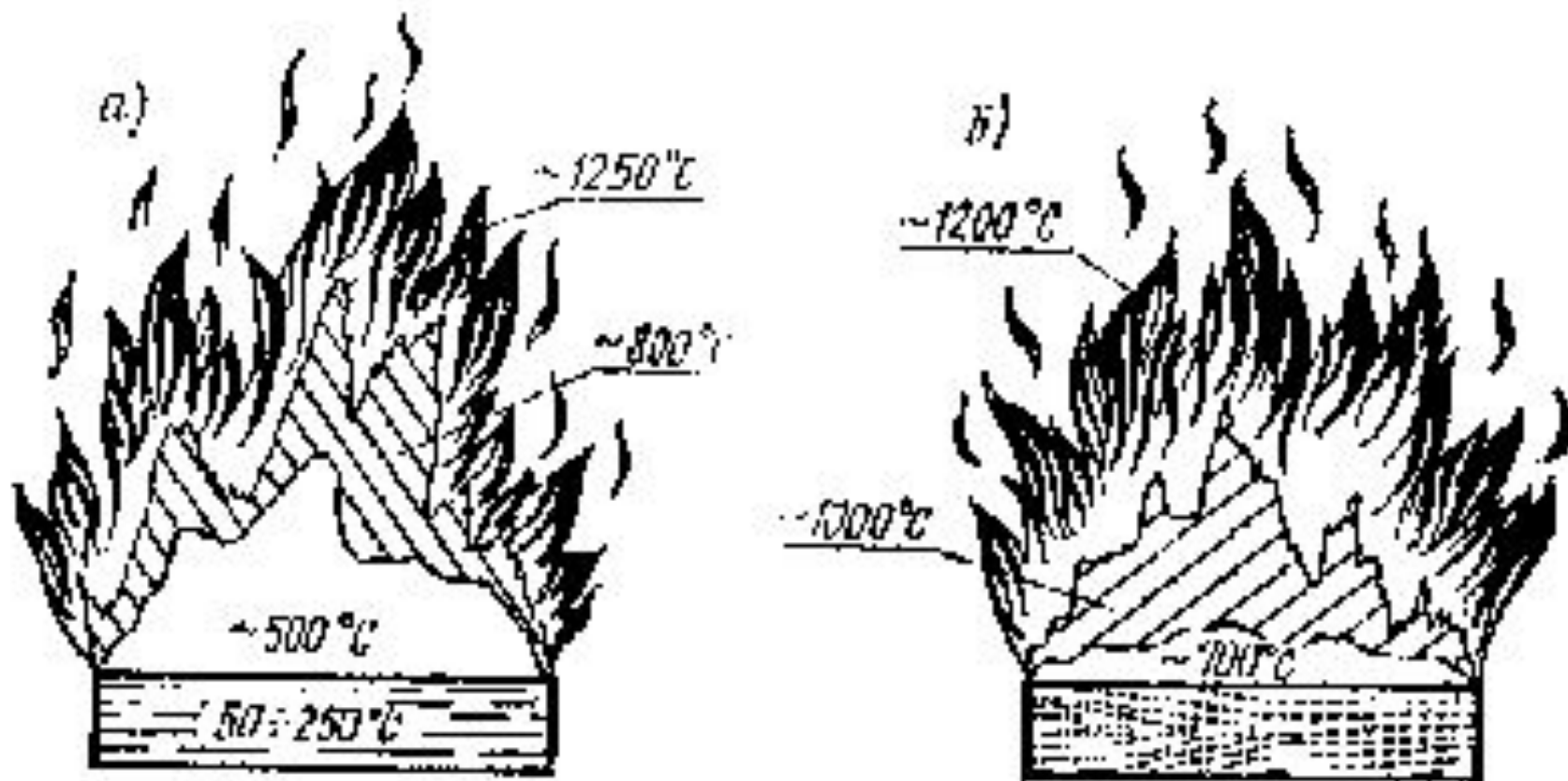
## Процессы горения

**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.

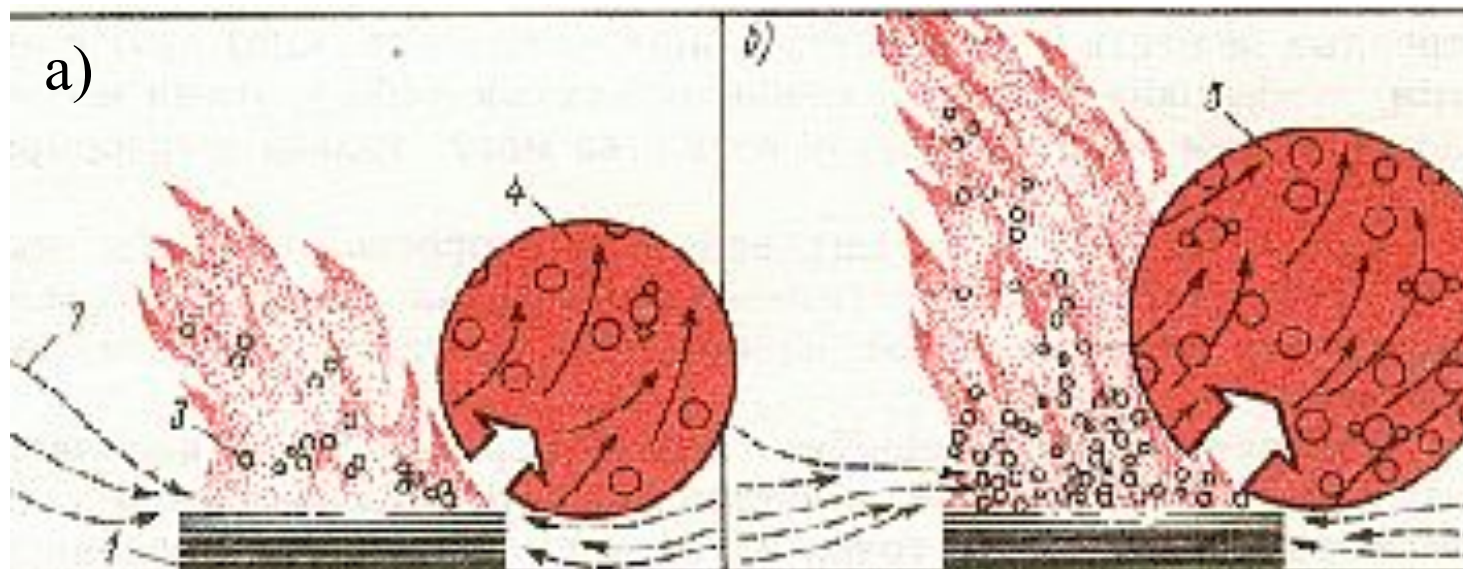
## Процессы горения (продолжение 1)



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.



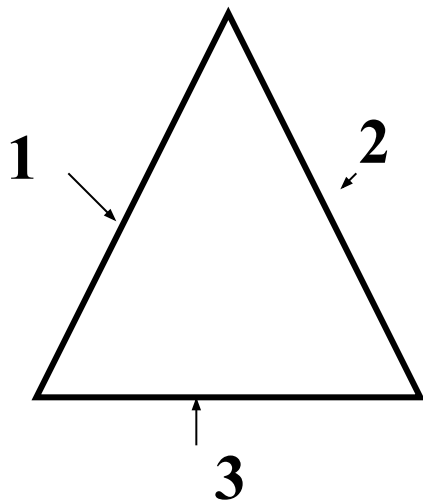
**Цепная реакция при горении: а - начало; б - развитие**  
1 - горючее вещество; 2 - кислород; 3 - пары; 4 - количество молекул в начале цепной реакции; 5 - то же на дальнейшей стадии развития.

## Процессы горения (продолжение 3)

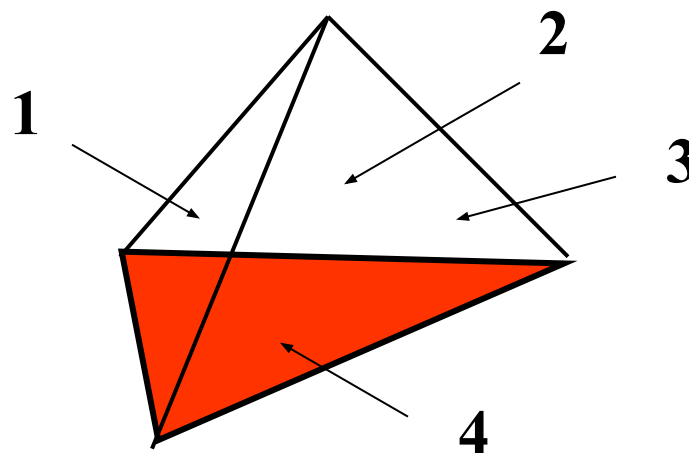
Для осуществления горения необходимо три элемента: **горючее вещество (1), окислитель (2), источник зажигания (3)**, а для поддержания горения - **цепная реакция (4)**.

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

а)



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 —  $30000^{\circ}\text{C}$  при силе тока  $200000\text{ A}$  и времени действия около  $100\text{ мкс}$ .
- Энергия искрового разряда вторичного воздействия молнии превышает  $250\text{ мДж}$  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°С.
- Температура капель при резке металла 1500°С.
- Температура дуги при сварке и резке достигает 4000°С.

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 аккумуляции 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°C:

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

**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/м<sup>2</sup>).

В стандартах США допустимый уровень  $E=5$  кВт/м<sup>2</sup>, 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/м<sup>2</sup>.

# Опасные факторы пожара (продолжение)

2. Повышенная температура окружающей среды вызывает разной тяжести ожоговые поражения *дыхательных путей* и *кожи человека*. В зоне горения температура порядка 1000-1200<sup>0</sup>С, а в горящем помещении 400-600<sup>0</sup>С. Температура более 50<sup>0</sup>С является уже опасной для человека.

При температуре порядка 200<sup>0</sup>С жизнь человека сохраняется не более 5 минут; при 95-120<sup>0</sup>С около 15-20 минут; а 60-70<sup>0</sup>С человек может выдержать порядка 40-80 минут.

В РФ за критическую температуру среды взято 60<sup>0</sup>С.

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 СО<sub>2</sub>, они в 300 раз лучше О<sub>2</sub> 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.

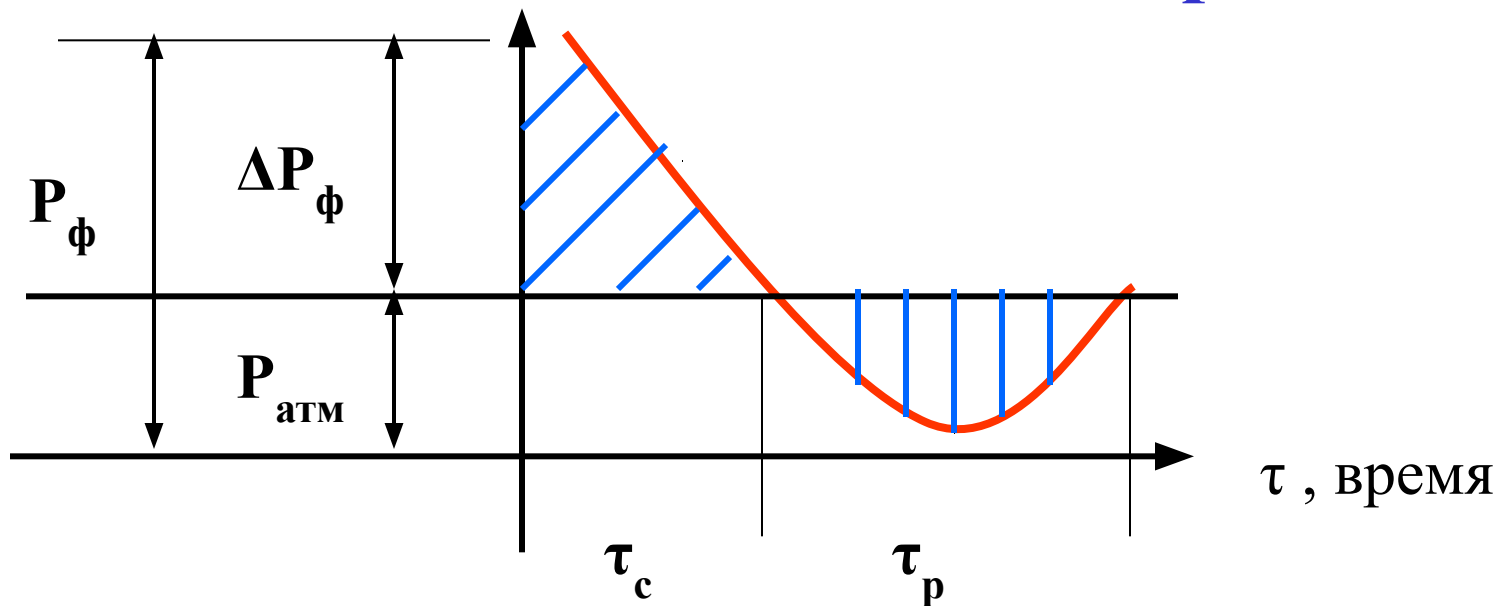
1. **Ударная волна** – это область сжатия среды, которая в виде сферического слоя распространяется во все стороны от места взрыва.

**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



$\tau_c$  - фаза сжатия;  $\tau_p$  - 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)

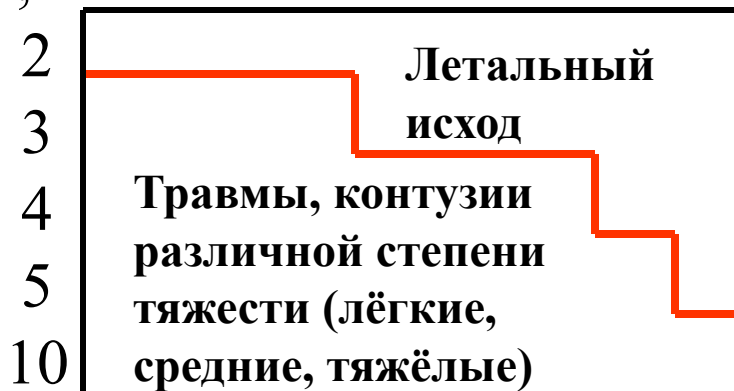
Избыточное давление  $\Delta P_{\phi}$  (кПа) при взрыве заряда массой  $G$  (кг), расположенного на расстоянии  $R$  (м), определяется:

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

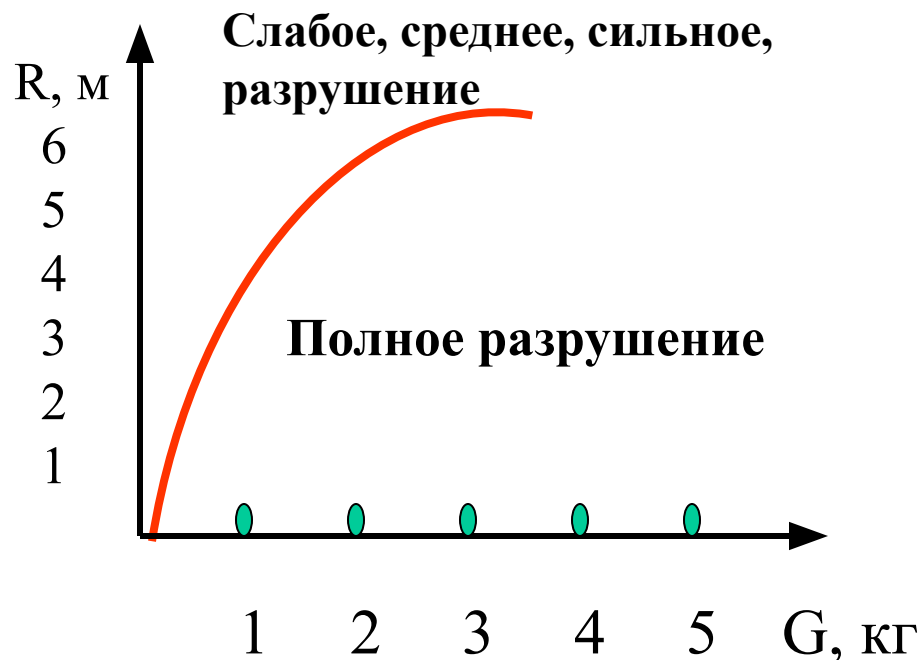
## Поражение людей

$G$ , 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  $61^{\circ}\text{C}$  (бензин, ацетон и др.).

**ГЖ** с температурой вспышки более  $61^{\circ}\text{C}$  (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

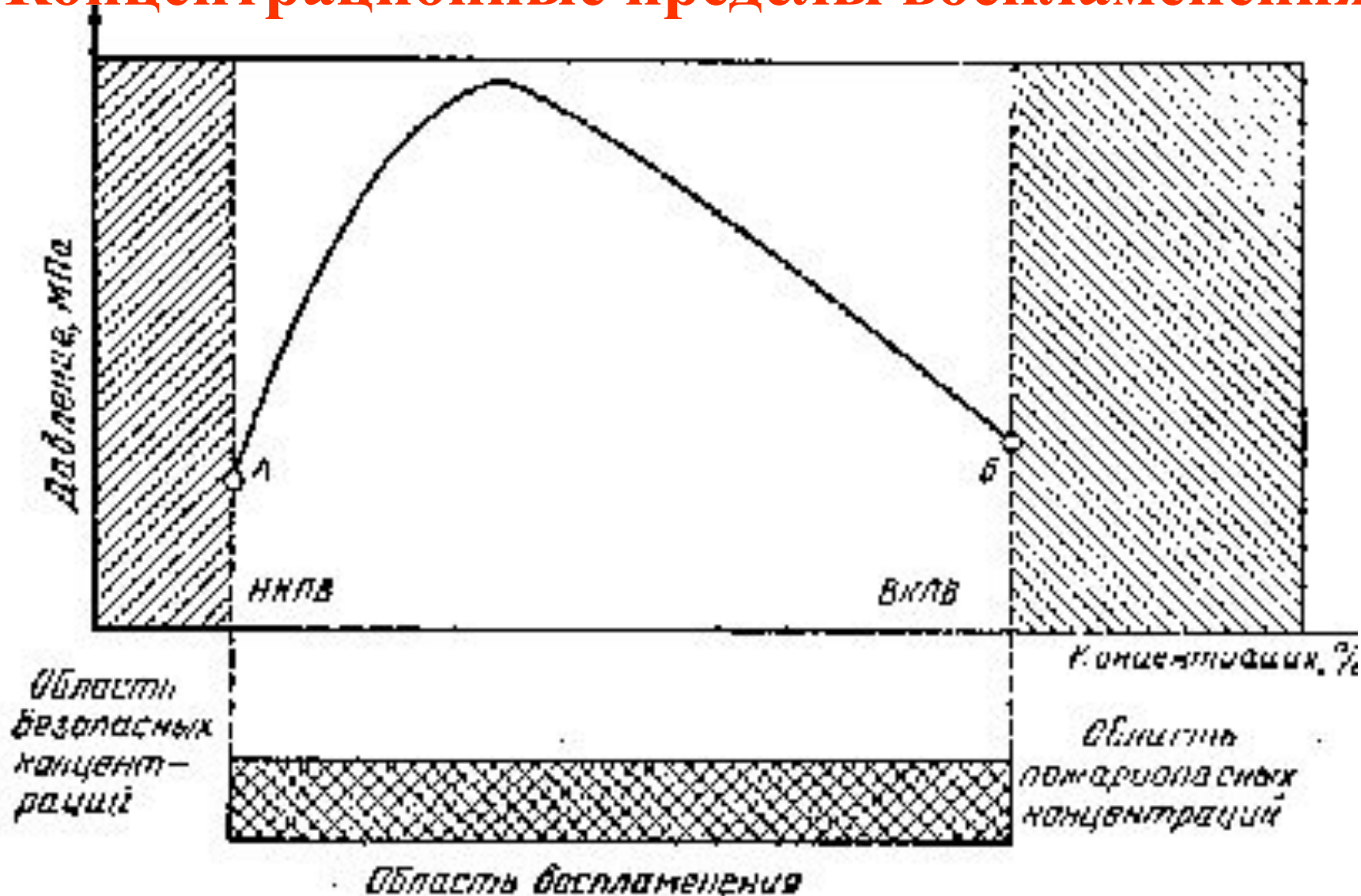
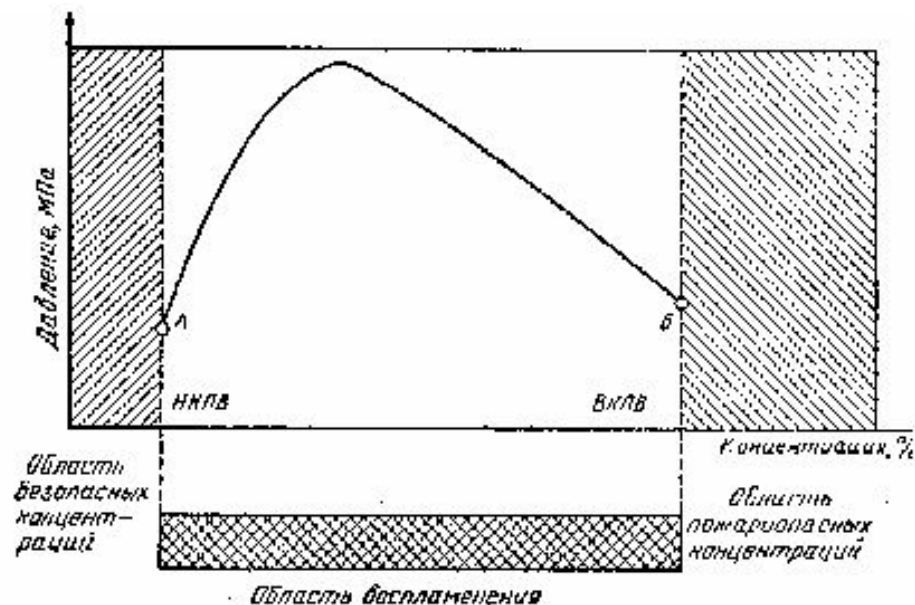


Схема изменения давления при взрыве газоздушных смесей в зависимости от концентрации горючего вещества

# 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<sup>3</sup>) – количество жидкости, сгорающей в единицу времени с единицы площади.

## Основные показатели:

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

Для **газов** – НКПВ;  $T_{с.восп.}$ ;  $W_{min}$ ; 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** –  $T_{восп.}$ ;  $T_{с.восп.}$ .

# 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<sub>н</sub>, Б<sub>н</sub>, В<sub>н</sub>, Г<sub>н</sub>** и **Д<sub>н</sub>**.

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
<b>А</b> 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.
<b>Б</b> 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
<b>В1-В4</b> 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.
<b>Г</b>	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.
<b>Д</b>	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 <sup>2</sup>
<b>В1</b>	более 2200
<b>В2</b>	1401 – 2200
<b>В3</b>	181 – 1400
<b>В4</b>	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-I** — 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/м<sup>3</sup>).

**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/м<sup>3</sup>).

# 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  $61^{\circ}\text{C}$ .

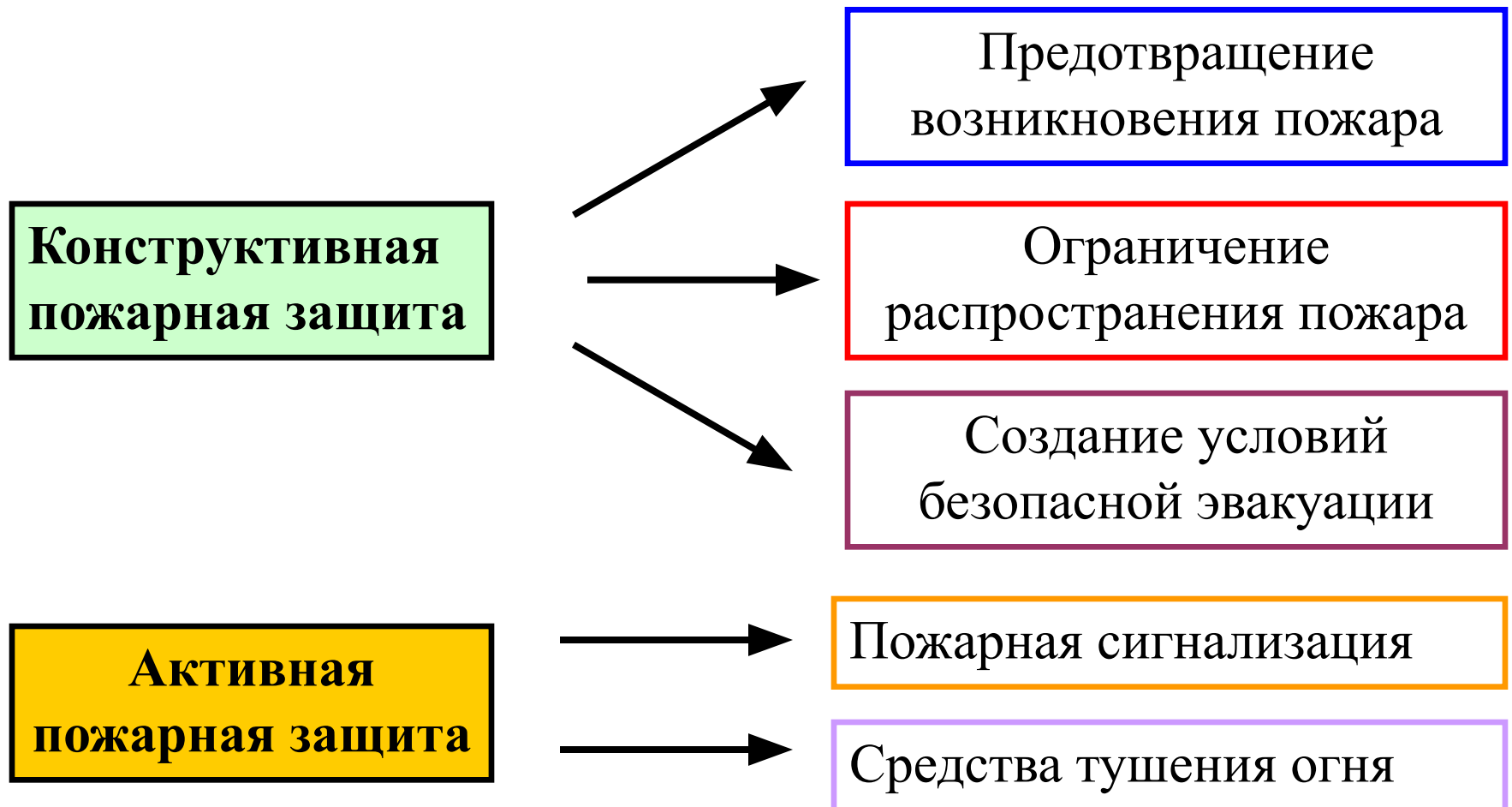
**Зоны класса П-II** — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с НКПВ более  $65 \text{ г/м}^3$  к объему воздуха.

**Зоны класса П-IIa** — 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  $61^{\circ}\text{C}$  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, нержавеющая 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:

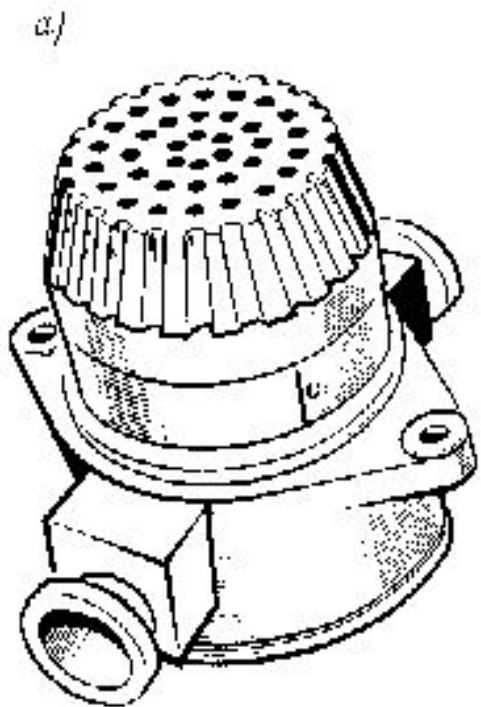
- огнепреградители (гашение пламени в узких каналах);
- затворы – охлаждение горячей смеси проходящей через
  - а) слой жидкости (гидравлический затвор)
  - б) слой твёрдых сухих материалов (сухой затвор);
- автоматические задвижки (реакция на тепло, пламя, дым);
- предохранительные мембраны.

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:

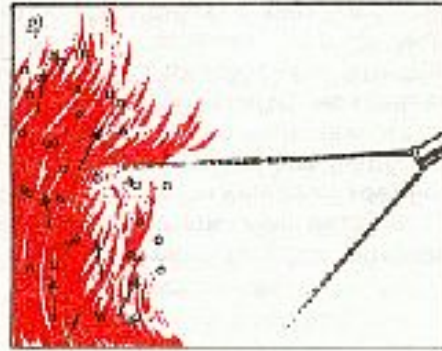
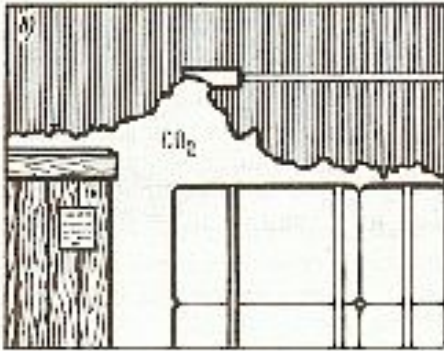
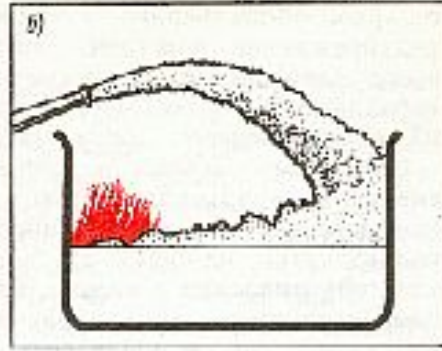
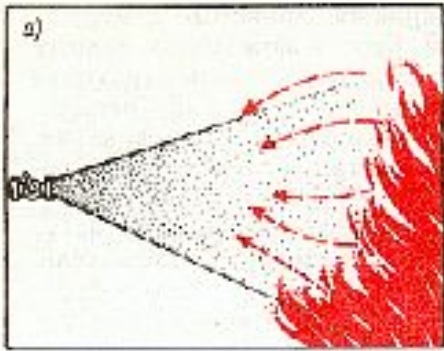
- ликвидация горючего вещества из зоны горения или снижение его концентрации (гор. в-во < НКПВ);
- снижение % содержания  $O_2$  в зоне горения до пределов, при которых горение невозможно ( $O_2 < МВСК$ );
- понижение температуры горючей смеси до температуры ниже  $T_{\text{воспл.}}$  ( $T_{\text{гор.смеси}}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



# 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;

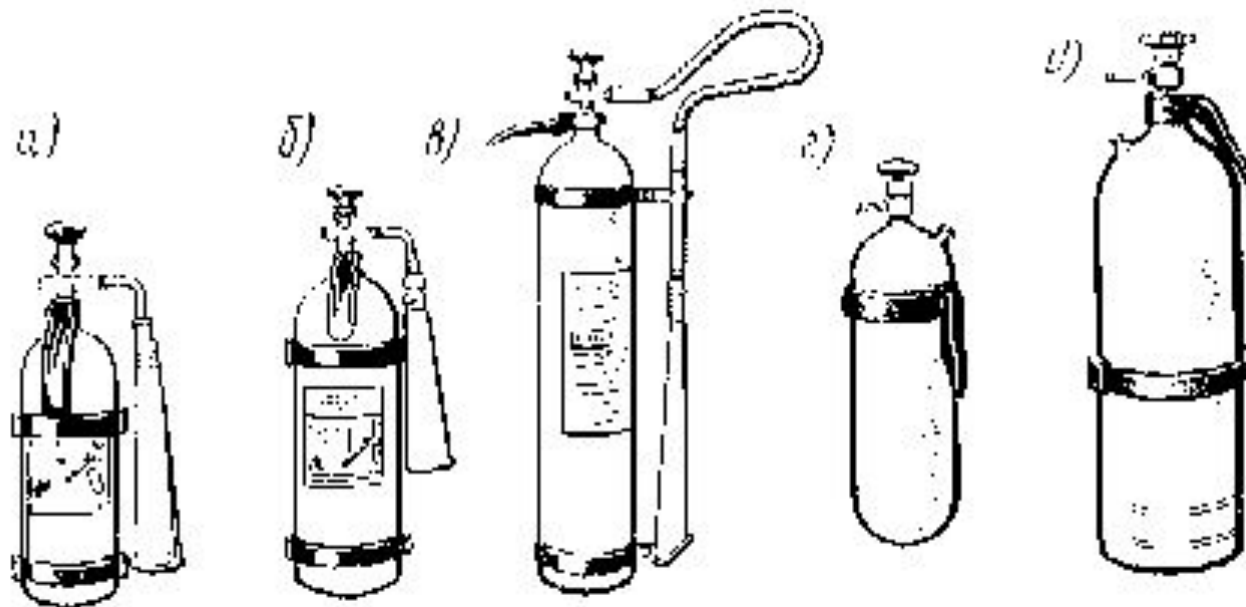
- стационарные;

- 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)

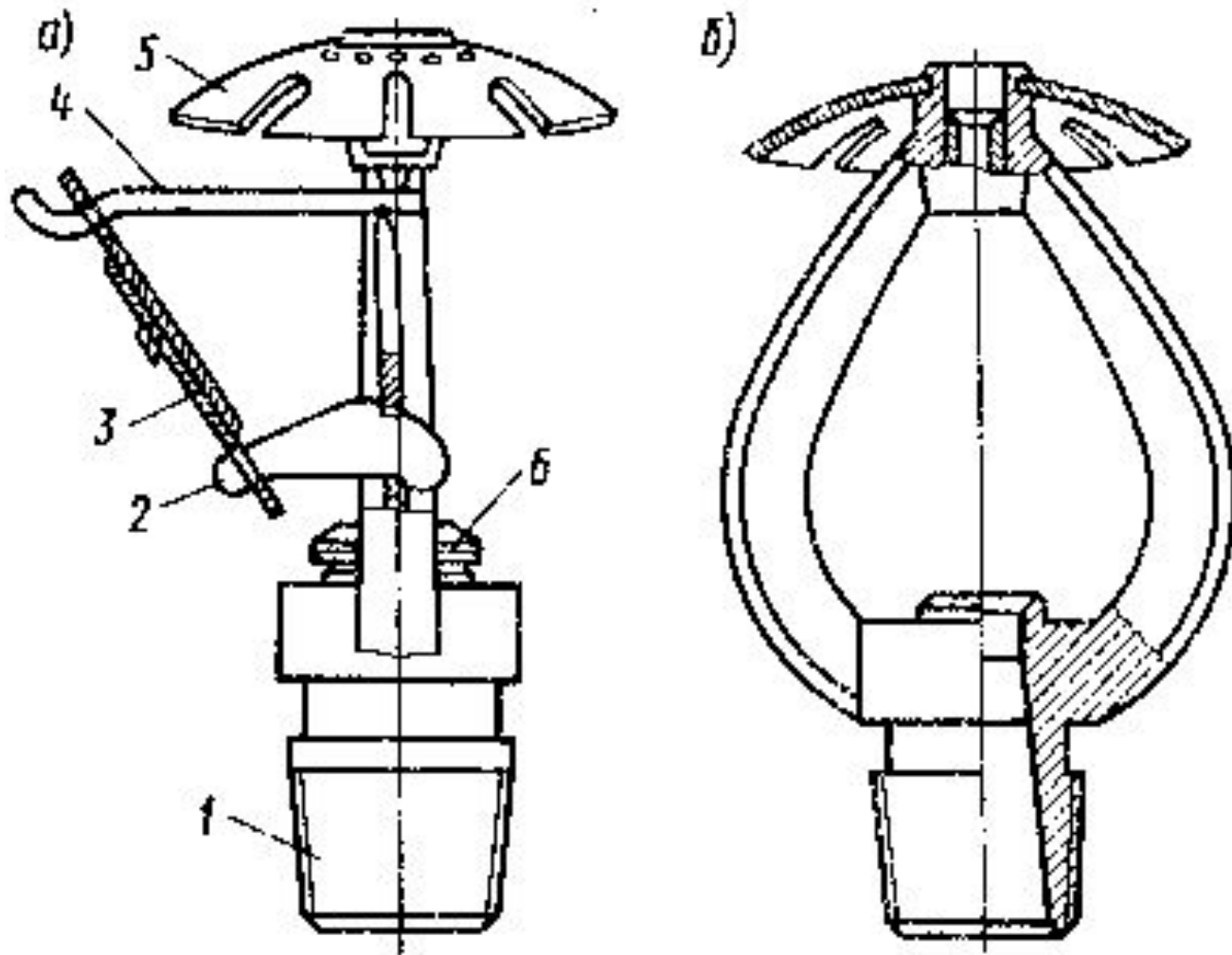
## 3. Пожарные системы (водяная, пенная, углекислотная).

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.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

# Взрыв; основные характеристики, взрывчатые вещества

**Все продукты, способные взрываться, делят:**

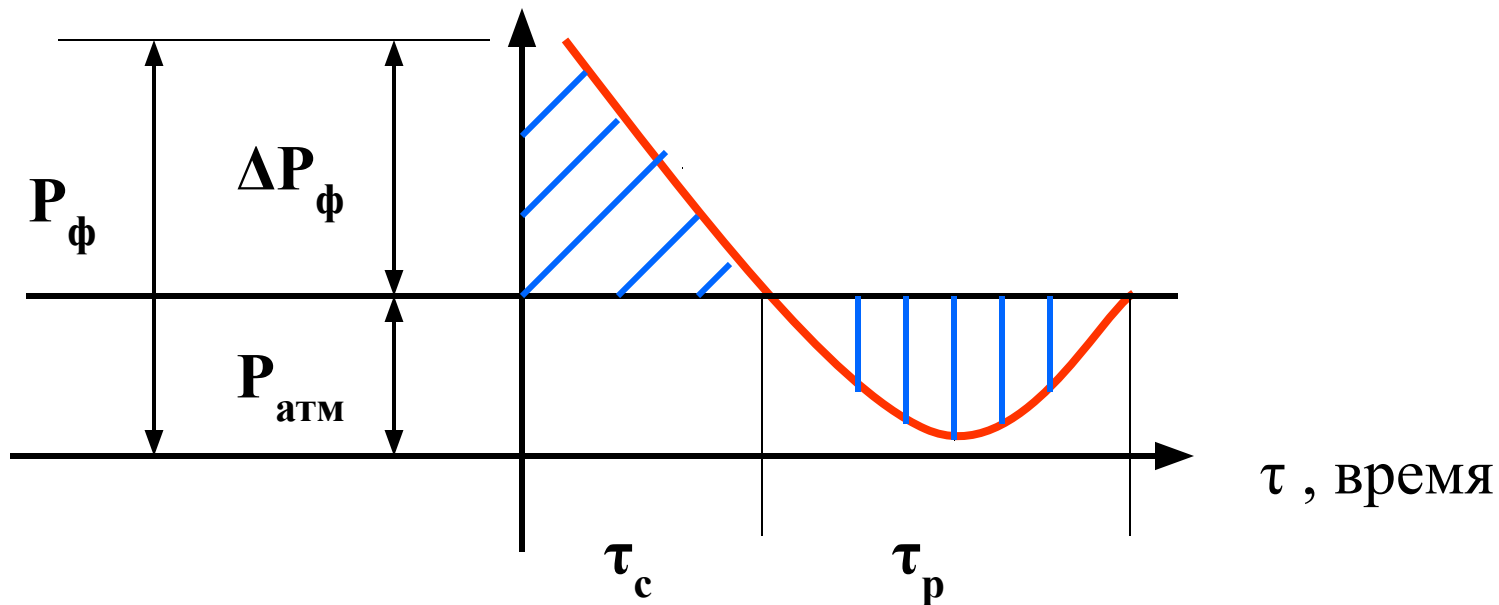
1. Взрывчатые вещества - **ВВ** (тринитротолуол, гексоген, динамит)
2. Взрывоопасные вещества (**ВОВ**) - это газо-топливно-воздушные смеси, газы, пыли).

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



$\tau_c$  - фаза сжатия;  $\tau_p$  - 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

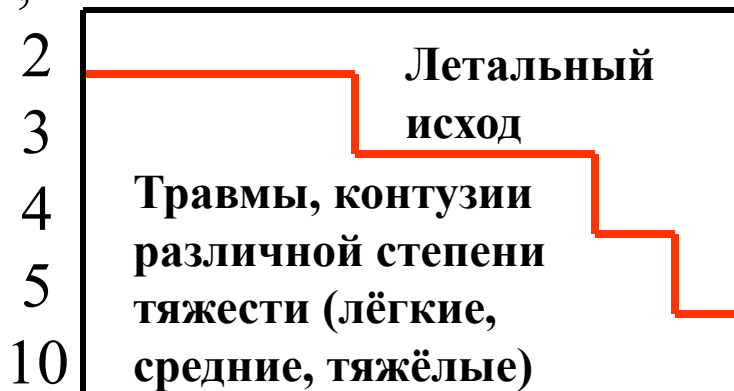
Избыточное давление  $\Delta P_{\phi}$  (кПа) при взрыве заряда массой  $G$  (кг), расположенного на расстоянии  $R$  (м), определяется:

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

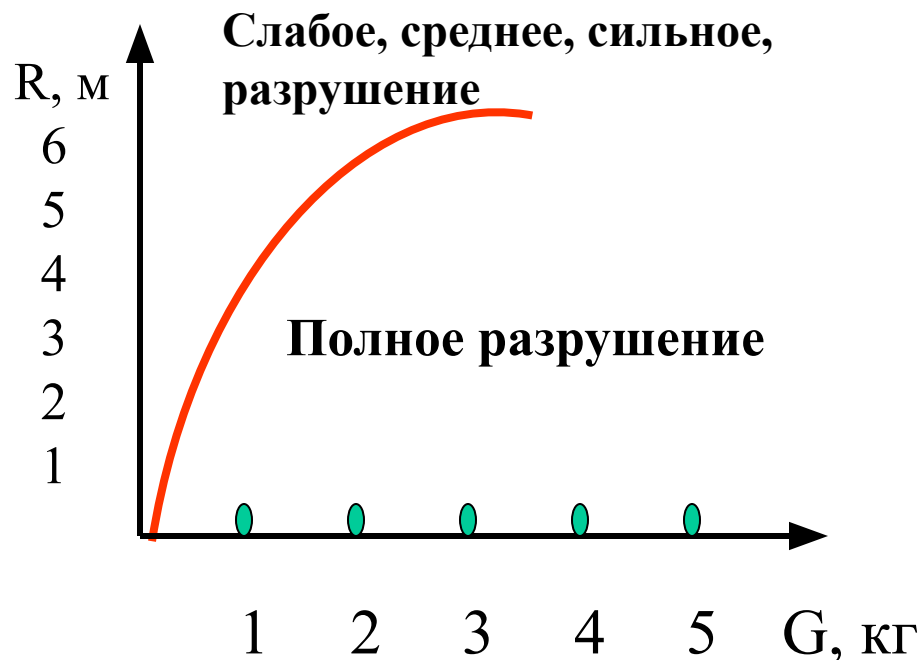
## Поражение людей

$G$ , 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):**

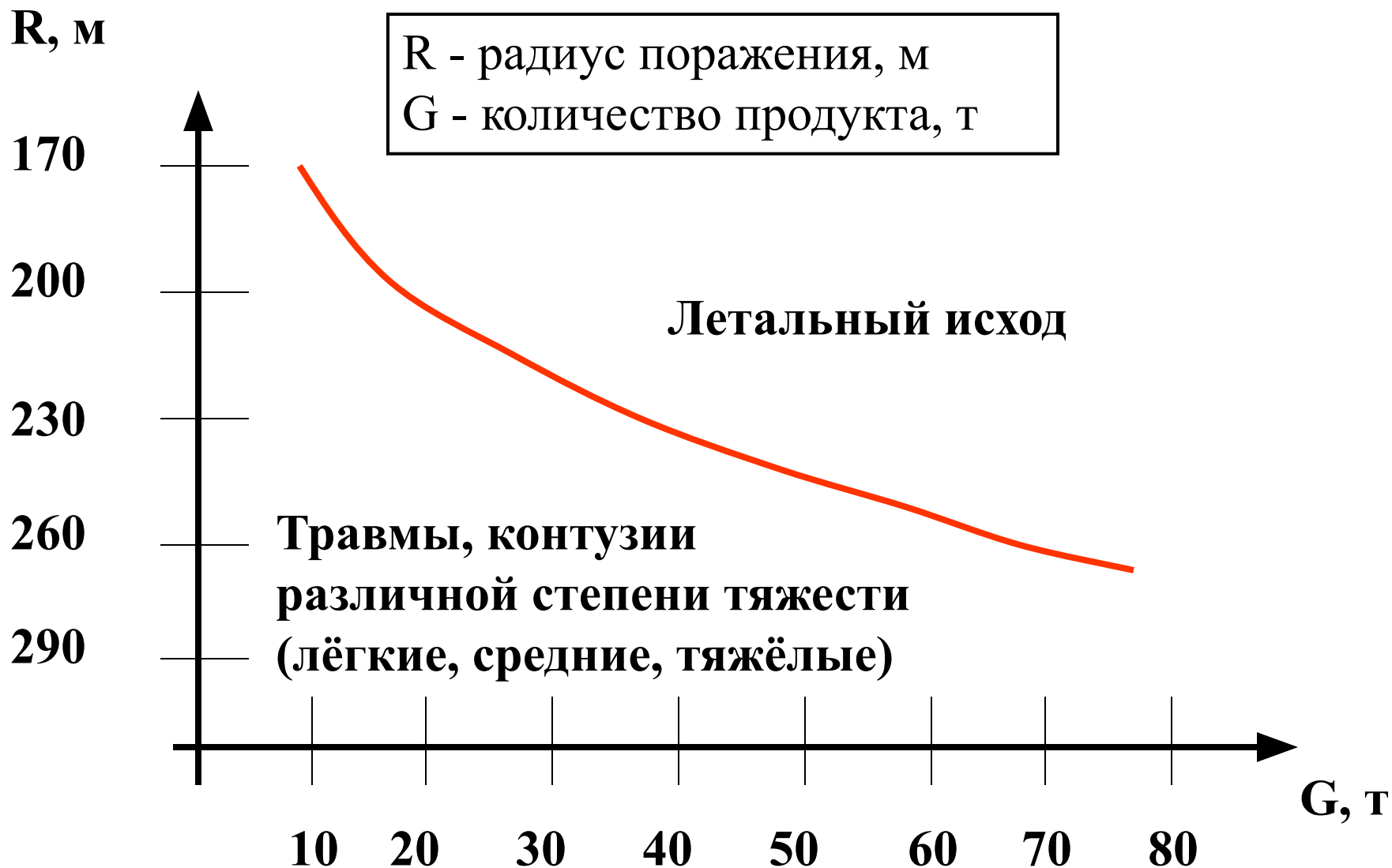
$$R_3 > R_2$$

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

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

**Тропиловый 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

