

## *Рекомендации по выбору методов анализа риска*

Метод	Вид деятельности				
	Размещение (перед проектными работами)	Проектирование	Ввод/вывод из эксплуатации	Эксплуатация	Реконструкция
Анализ «Что будет, если...?»	0	+	++	++	+
Метод проверочного листа	0	+	+	++	+
Анализ опасности и работоспособности	0	++	+	+	++
Анализ видов и последствий отказов	0	++	+	+	++
Анализ деревьев отказов и событий	0	++	+	+	++
Количественный анализ риска	++	++	0	+	++

В таблице приняты следующие обозначения:

«0» – наименее подходящий метод анализа; «+» – рекомендуемый метод;

«++» – наиболее подходящий метод.

# Пример построения «Дерева отказов» и «Дерева событий»

## Анализ риска аварии сепаратора С – 601

Рассматривается сепаратор факельный С–01 (схема аппарата представлена на рис. 1), предназначенный для удаления из газа, сбрасываемого на факел, капельной жидкости.

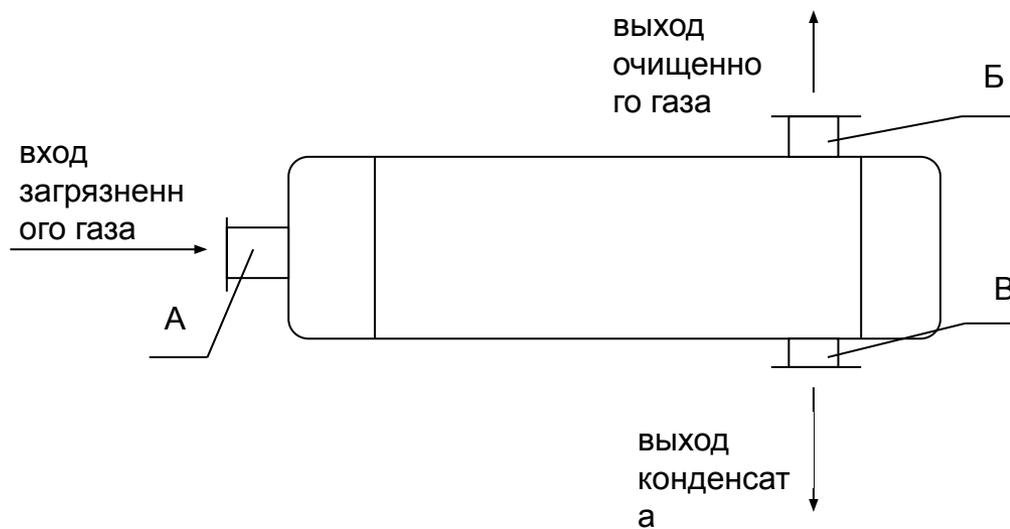


Рис. 1 Схема сепаратора факельного С – 601

*Аппарат снабжен предохранительными мембранами, но есть вероятность взрыва газа. В простом случае это произойдет, если увеличится давление в аппарате или при наличии некачественных сварных соединений.*

*Аппарат установлен в помещении категории А.*

*Сепаратор факельный С-601 предназначен для применения на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности.*

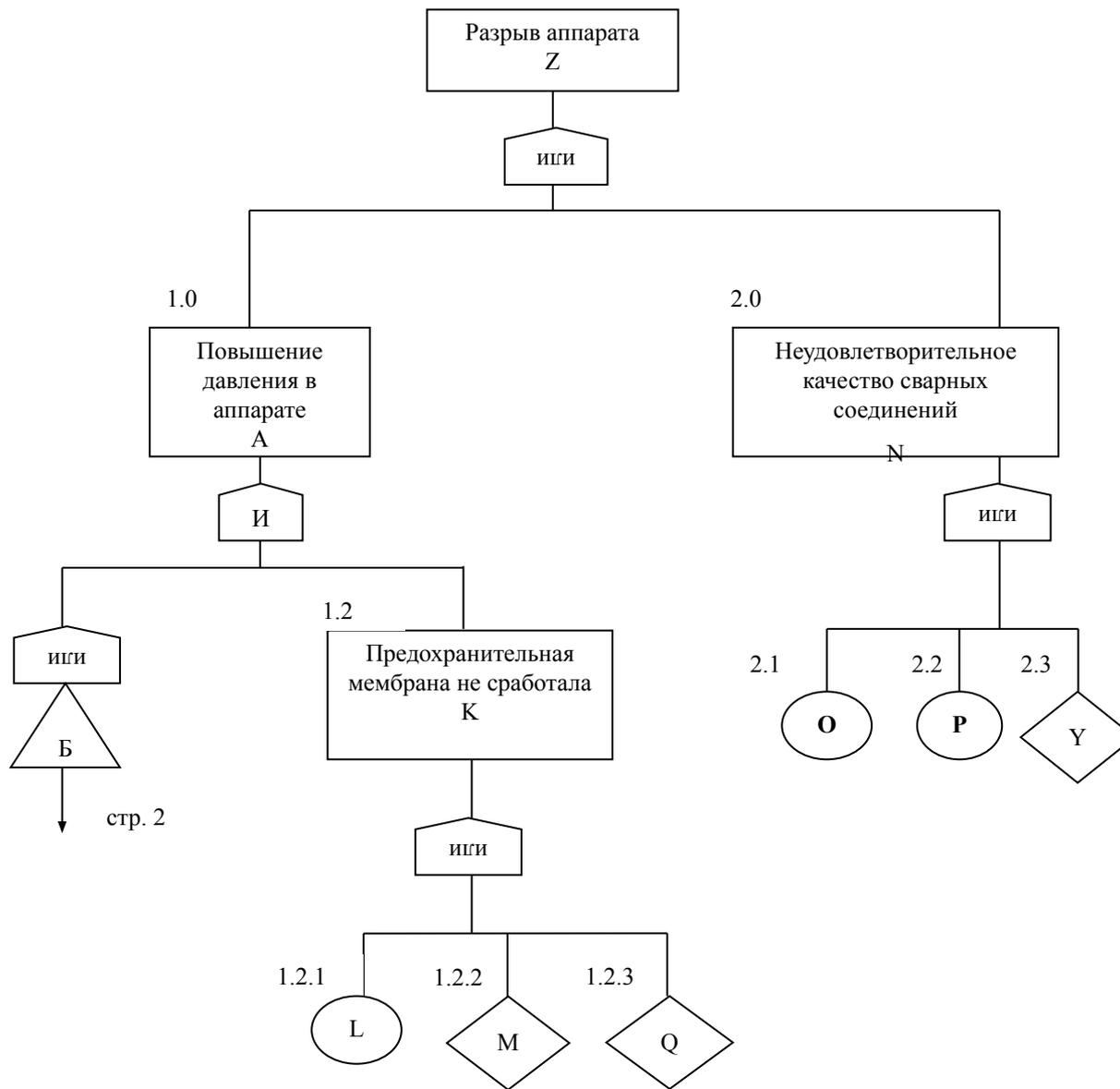
*По классификатору Ростехнадзора России группа сосуда 1. Табл. 5 ПБ 03-576-03.*

*Опасность среды по ГОСТ 12.1.007 – 99, ГОСТ 12.1.005 – 91: среда малоопасная, класс опасности 4, среда взрывоопасная и пожароопасная.*

*Плотность рабочей среды, основным компонентом которой метан, 0,7168, кг/м<sup>3</sup>, температура кипения минус 161,5 °С.*

*Рабочее давление в аппарате 0,58 МПа, условное давление 0,6 МПа, расчетное давление в аппарате 0,7 МПа. Температура среды: минимальная минус 60 °С, максимальная плюс 35 °С. Расчетная температура эксплуатации составляет плюс 100 °С*

# Анализ «дерева отказов» сепаратора С – 601



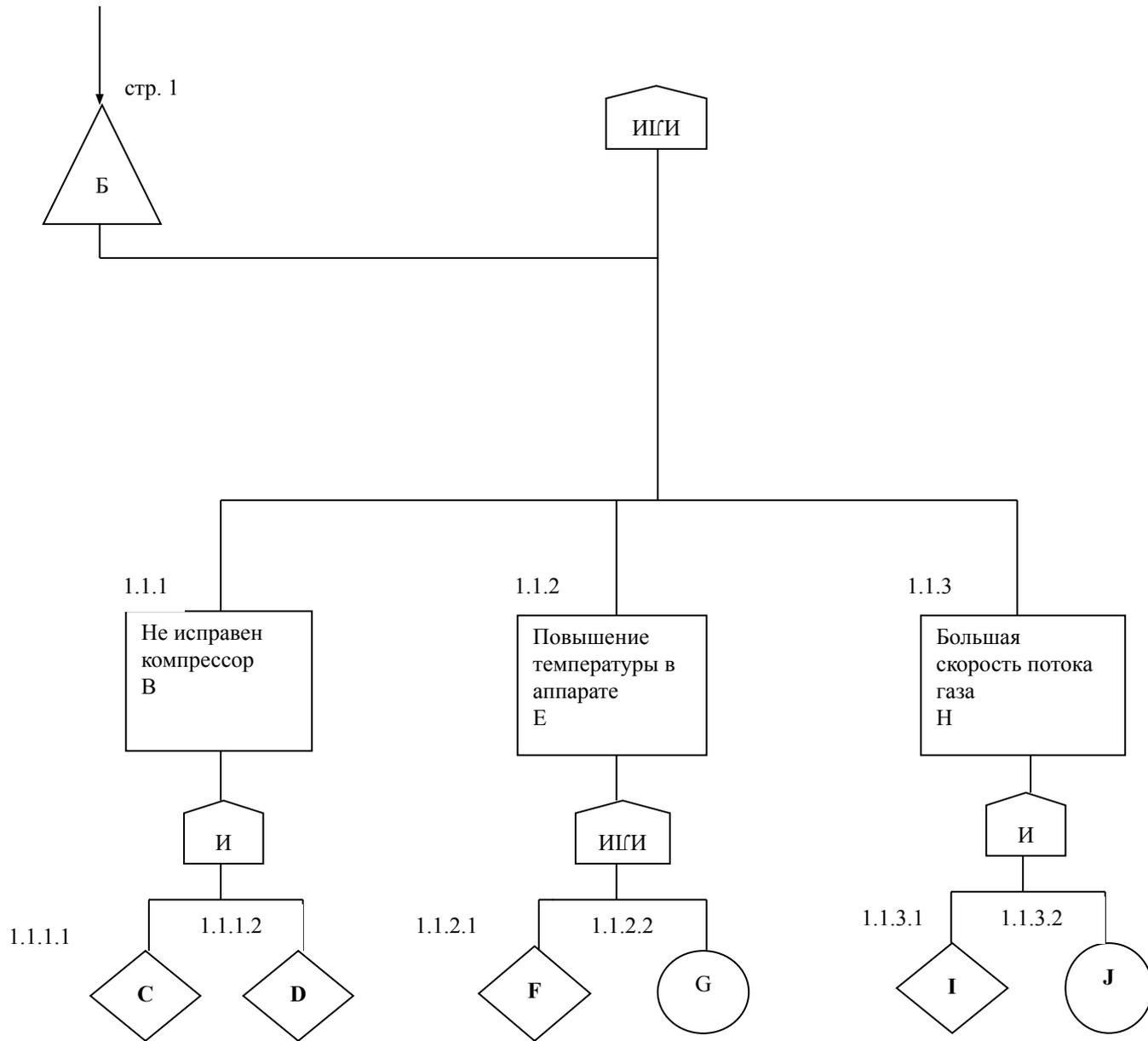


Таблица 2. События, способствующие разрыву сепаратора факельного С – 601

Обозначение события	Вероятность события	Описание события
A		Повышение давления в аппарате
B		Не исправен компрессор
C	$5 \cdot 10^{-3}$	Не исправно устройство компрессора
D	$6 \cdot 10^{-4}$	Большой напор газа
E		Повышение температуры в аппарате
F	$9 \cdot 10^{-4}$	Неисправно устройство подогрева газа
G	$6 \cdot 10^{-4}$	Ошибка оператора
H		Большая скорость потока газа
I	$6 \cdot 10^{-4}$	Не отрегулирован компрессор
J	$6 \cdot 10^{-4}$	Ошибка оператора
K		Предохранительная мембрана не сработала
L	$9 \cdot 10^{-4}$	Предохранительная мембрана не соответствует заявленным требованиям
M	$6 \cdot 10^{-4}$	Ошибки при монтаже
Q	$6 \cdot 10^{-4}$	Отсутствие периодического контроля
N		Неудовлетворительное качество сварных соединений
O	$9 \cdot 10^{-4}$	Конструкционные материалы не соответствуют заявленным требованиям
P	$6 \cdot 10^{-4}$	Несоответствие входного контроля требованиям НД

Вероятность вершинного события  $Z$  определим по формуле:

$$P_Z = P_A + P_N \quad (1)$$

где

$P_A$  – вероятность события  $A$ ;

$$P_A = P_K \cdot (P_B + P_E + P_H), \quad (2)$$

где

$P_K$  – вероятность события  $K$ ;

$$P_K = P_L + P_M + P_Q = 9 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4} = 0,0021 \quad (3)$$

$P_B$  – вероятность события  $B$ ;

$$P_B = P_C \cdot P_D = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-4} = 3 \cdot 10^{-6} \quad (4)$$

$P_E$  – вероятность события  $E$ ;

$$P_E = P_F + P_G = 9 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4} = 0,0015 \quad (5)$$

$P_H$  – вероятность события  $H$ .

$$P_H = P_I \cdot P_J = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 6 \cdot 10^{-4} = 3,6 \cdot 10^{-7} \quad (6)$$

Таким образом, по формуле (2) вероятность события  $A$  равна:

$$P_A = 0,0021 \cdot (3 \cdot 10^{-6} + 0,0015 + 3,6 \cdot 10^{-7}) = 3,157056 \cdot 10^{-6}$$

$P_N$  – вероятность события  $N$ ;

$$P_N = P_O + P_P + P_Y = 9 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4} = 0,0021 \quad (7)$$

Таким образом, по формуле (1) вероятность вершинного события  $Z$  равна

$$P_Z = 3,157056 \cdot 10^{-6} + 0,0021 = 0,002103157056$$

Таким образом, особое внимание следует уделить надежности предохранительной мембраны и качеству сварных соединений аппарата.

Наиболее значительными событиями, приводящими к разрыву аппарата, являются:

повышение температуры в аппарате;

не срабатывание предохранительной мембраны;

неудовлетворительное качество сварных соединений.

## Анализ «дерева событий» сепаратора С – 601

В результате анализа «дерева событий», представленного на рис. 3 видно, что наибольшую вероятность (0,168) возникновения имеет событие – частичная разгерметизация → ниже уровня жидкости → испарение с пролива → ликвидация аварии, а наименьшую (0,008) мгновенное разрушение → нет взрыва → рассеяние газового облака, испарение с пролива.

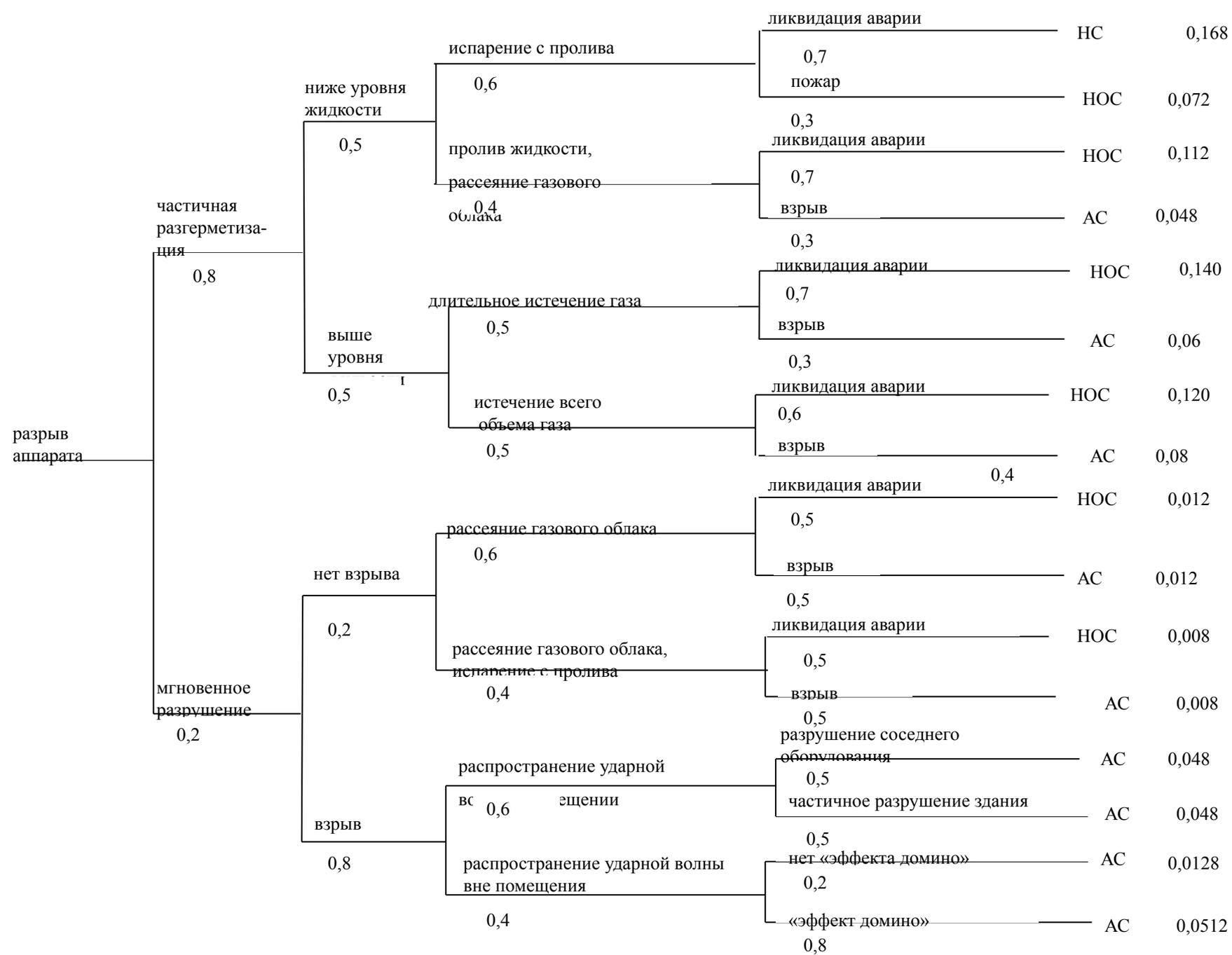
Здесь:

АС – аварийное состояние (эквивалентный ущерб превышает допустимый ущерб);

НОС – неработоспособное опасное состояние (эквивалентный ущерб превышает приемлемый ущерб, но не превышает допустимый ущерб);

НС – неработоспособное состояние (эквивалентный ущерб не превышает приемлемый ущерб);

РС – работоспособное состояние.



## Распространение волны горения

Для получения представлений о распространении волны горения поместим гомогенную горючую смесь в трубе (трубопроводе) (рис. 5.1).

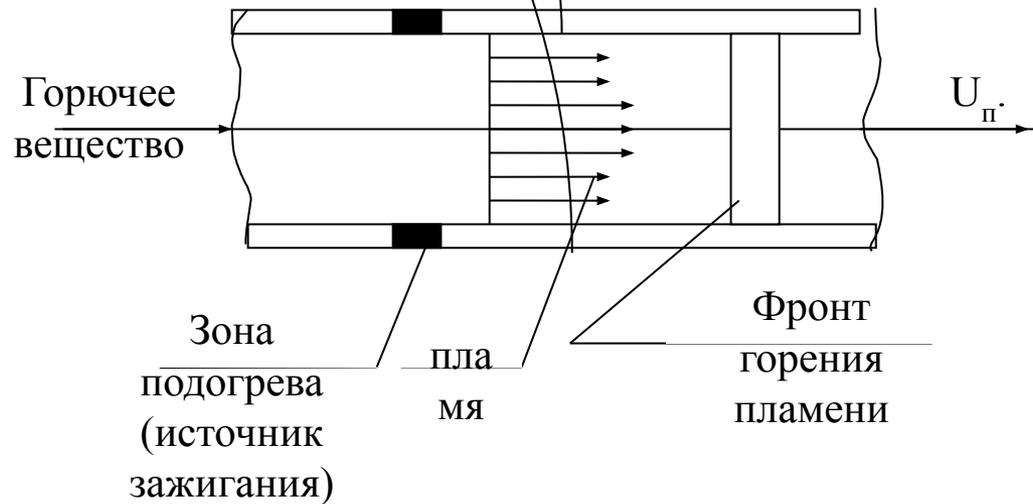
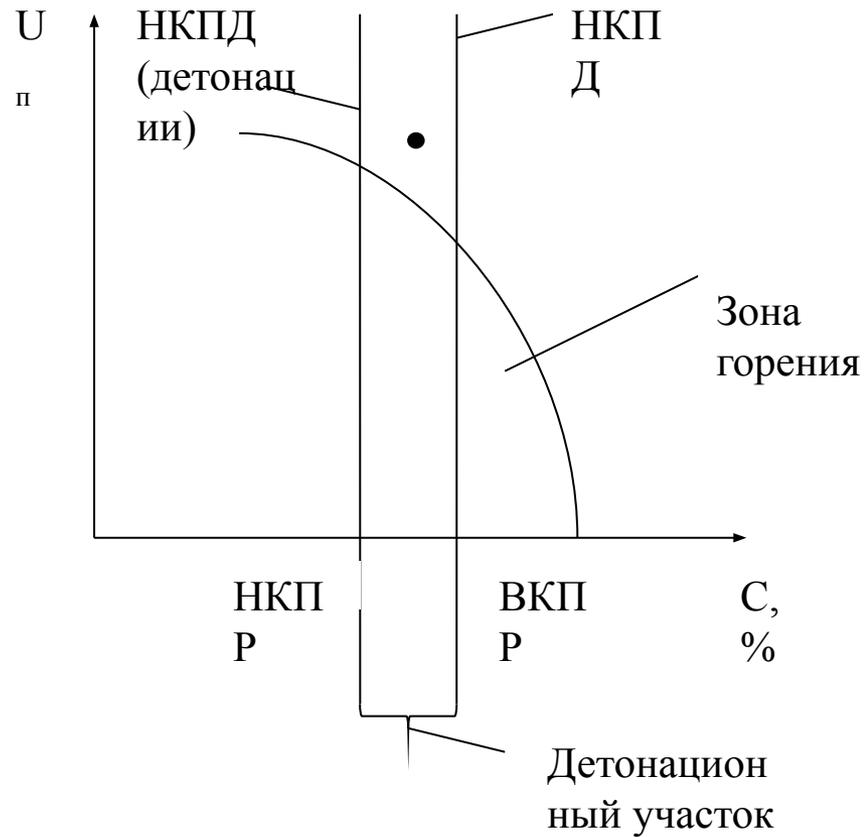


Рис. 5.1

Зависимость скорости пламени от концентрации



**Рис. 5.2** Зависимость скорости пламени от концентрации

# Перечень показателей, характеризующих пожаро- и взрывоопасность веществ

Таблица 5.1 Номенклатура показателей и их применяемость для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов [ГОСТ 12.1.044]

Показатель	Агрегатное состояние веществ и материалов			
	газы	жидкости	твердые	пыли
Группа горючести	+	+	+	+
Температура вспышки	—	+	—	—
Температура воспламенения	—	+	+	+
Температура самовоспламенения	+	+	+	+
Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения)	+	+	—	+
Температурные пределы распространения пламени (воспламенения)	—	+	—	—
Температура тления	—	—	+	+
Условия теплового самовозгорания	—	—	+	+
Минимальная энергия зажигания	+	+	—	+
Кислородный индекс	—	—	+	—
Способность взрываться, гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами	+	+	+	+
Нормальная скорость распространения пламени	+	+	—	—
Скорость выгорания	—	+	—	—
Коэффициент дымообразования	—	—	+	—
Индекс распространения пламени	—	—	+	—
Показатель токсичности продуктов горения полимерных материалов	—	—	+	—
Минимальное взрывоопасное содержание кислорода	+	+	—	+
Минимальная флегматизирующая концентрация флегматизатора	+	+	—	+
Максимальное давление взрыва	+	+	—	+
Скорость нарастания давления взрыва	+	+	—	+

Концентрационные пределы распространения пламени



Рис. 5.3 диапазон НКПР – ВКПР

## Влияние различных факторов на концентрационные пределы

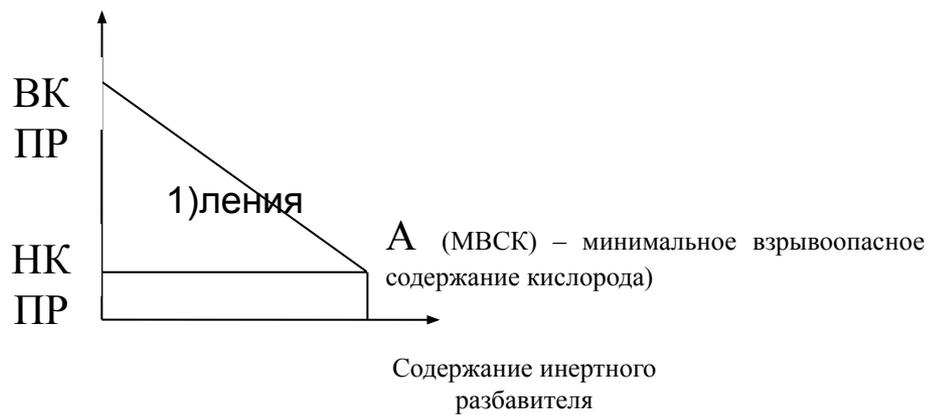


Рис. 5.4 Влияние инертного разбавителя

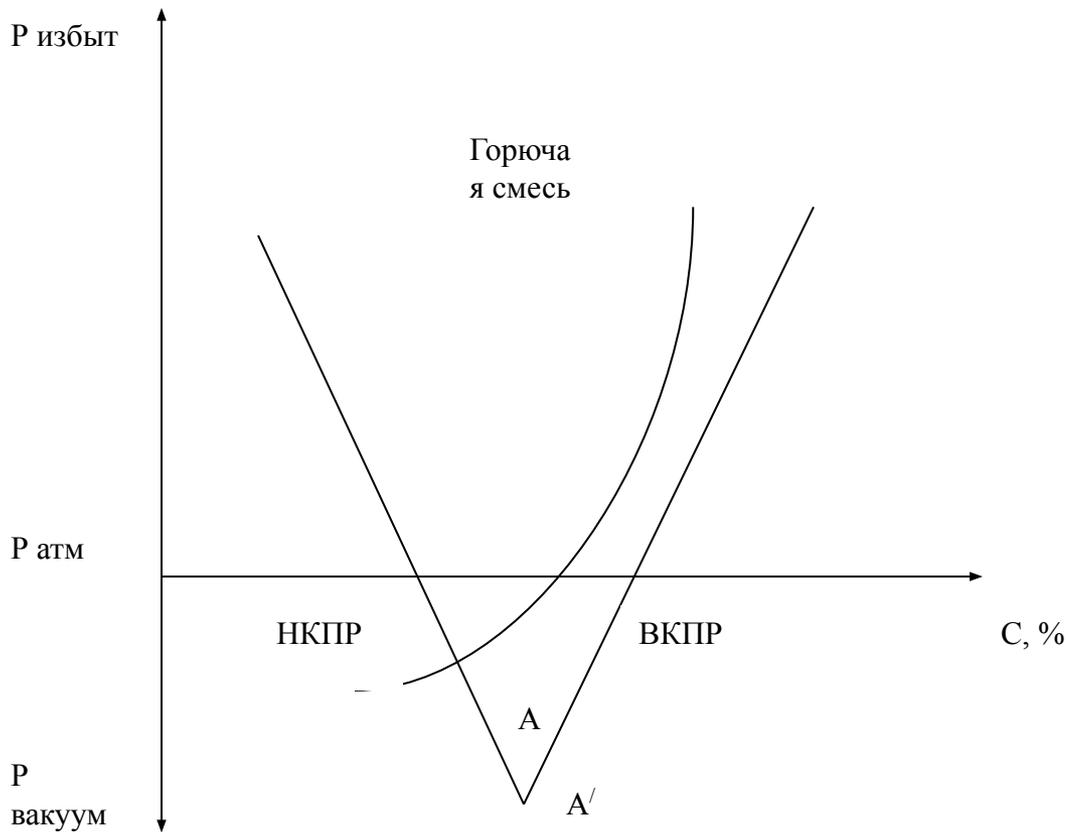


Рис. 5.5 Влияние давления

Зависимость температурных пределов от концентрационных пределов распространения пламени

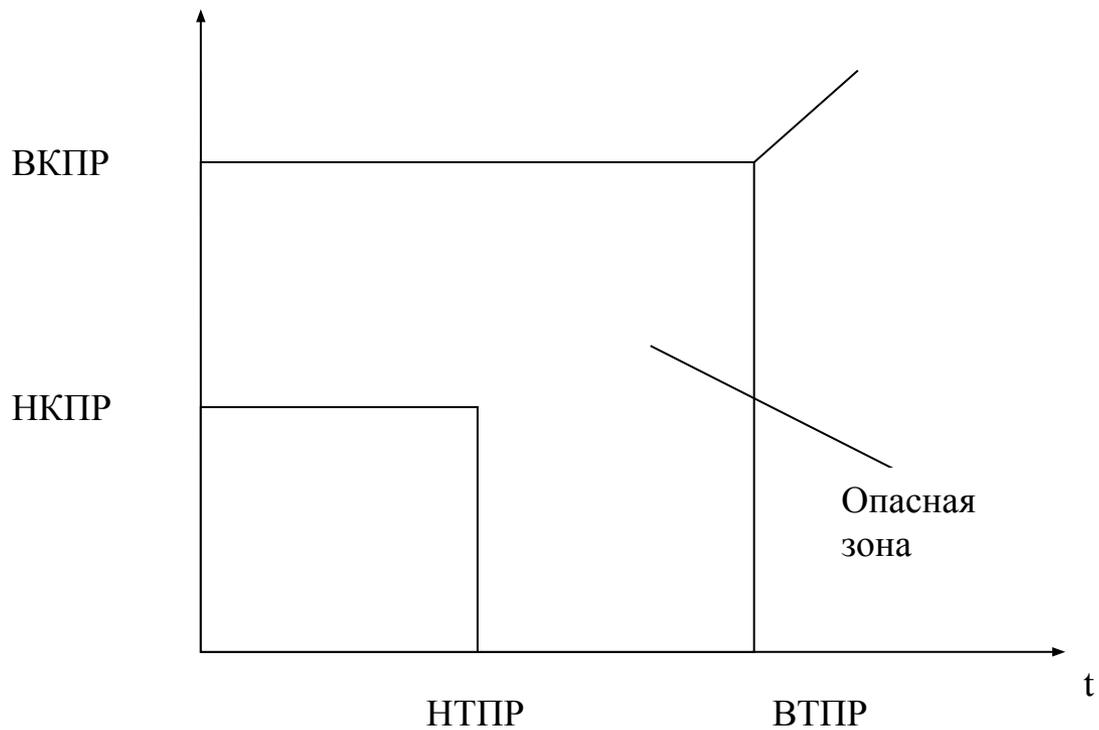


Рис. 5.6

### *Минимальная энергия зажигания*

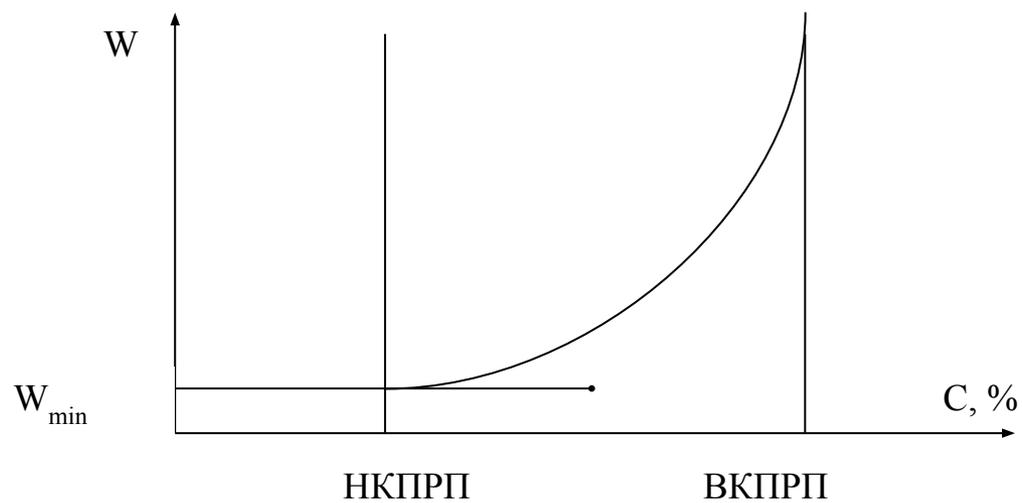


Рис. 5.7

### *Температура самовоспламенения*

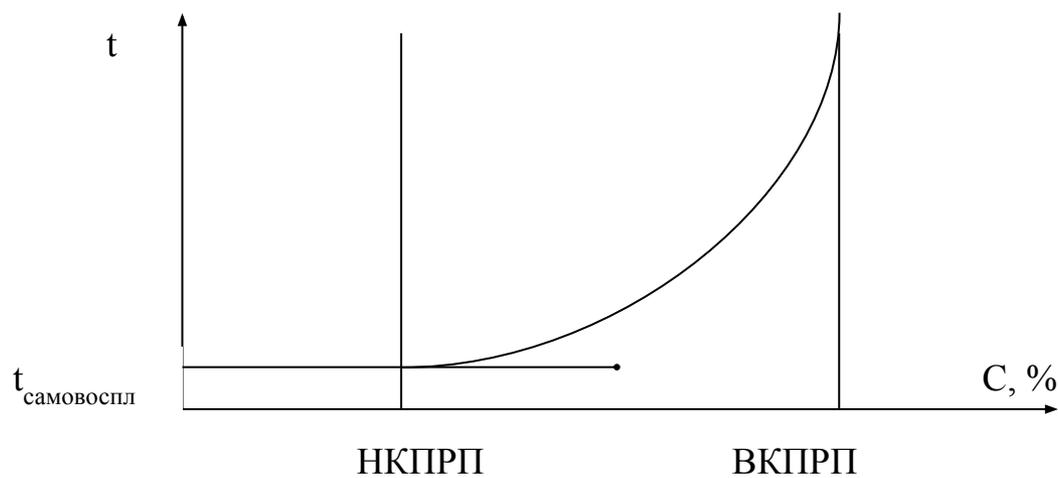


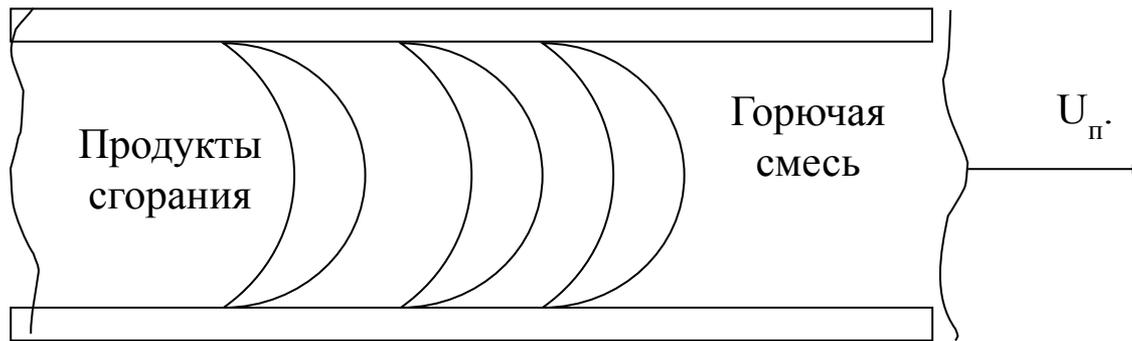
Рис. 5.8

## Группы взрывоопасных смесей

Таблица 5.2 Подразделение взрывоопасных смесей газов и паров на группы в зависимости от величины температуры самовоспламенения

Группы взрывоопасных смесей	Температура самовоспламенения, °С	Предельно допустимая температура нагрева, °С
T1	Св. 450	450
T2	от 300 до 450 включ.	300
T3	" 200 до 300 "	200
T4	" 135 до 200 "	135
T5	" 100 до 135 "	100
T6	" 85 до 100 "	85

Фронт горения пламени



Фронт горения  
пламени

Рис. 5.9 Фронт горения пламени

Зависимость скорости распространения пламени

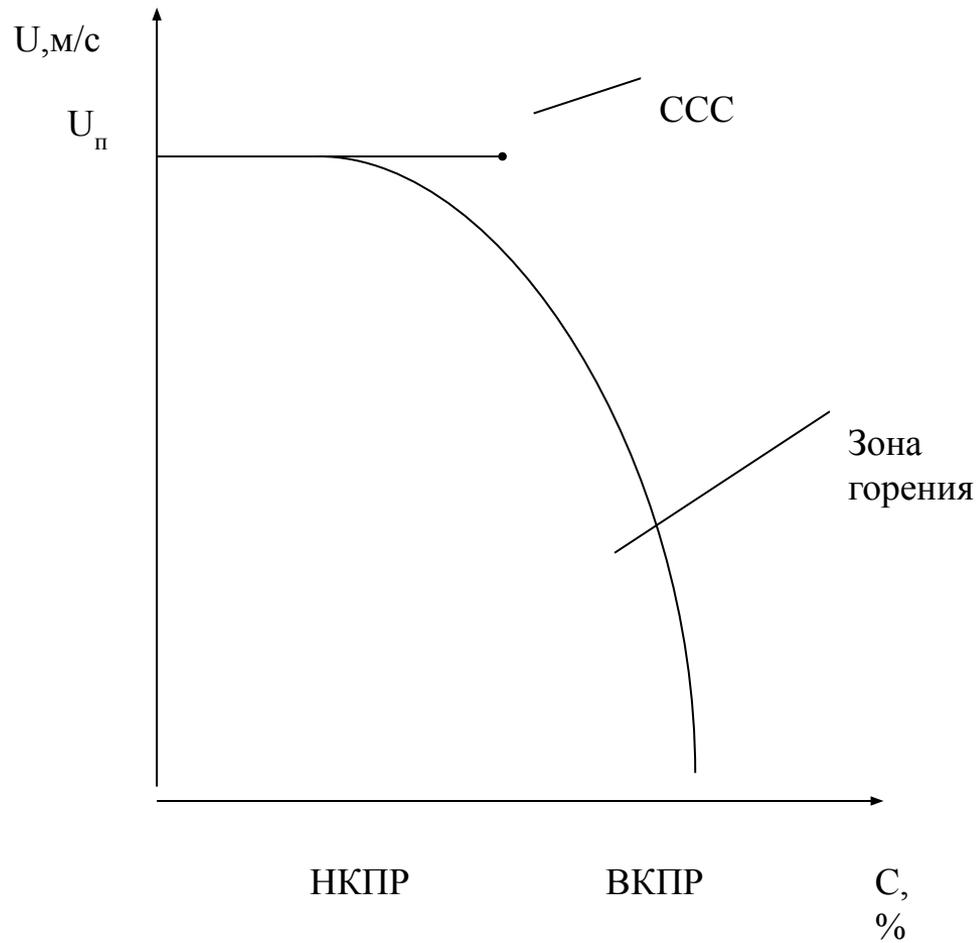


Рис. 5.10 Зависимость скорости распространения пламени от НКПРП и ВКПРП

Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов

Газы	Жидкости	Твердые вещества
НКПРП-ВКПРП (область воспламенения), % объемные	НКПРП-ВКПРП, % об. (г/м <sup>3</sup> )	НКПРП, г/м <sup>3</sup>
	НТПРП-ВТПРП, °С	
	температура вспышки, °С	
	Температура воспламенения, °С	
Температура самовоспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С

Безопасный экспериментальный максимальный зазор

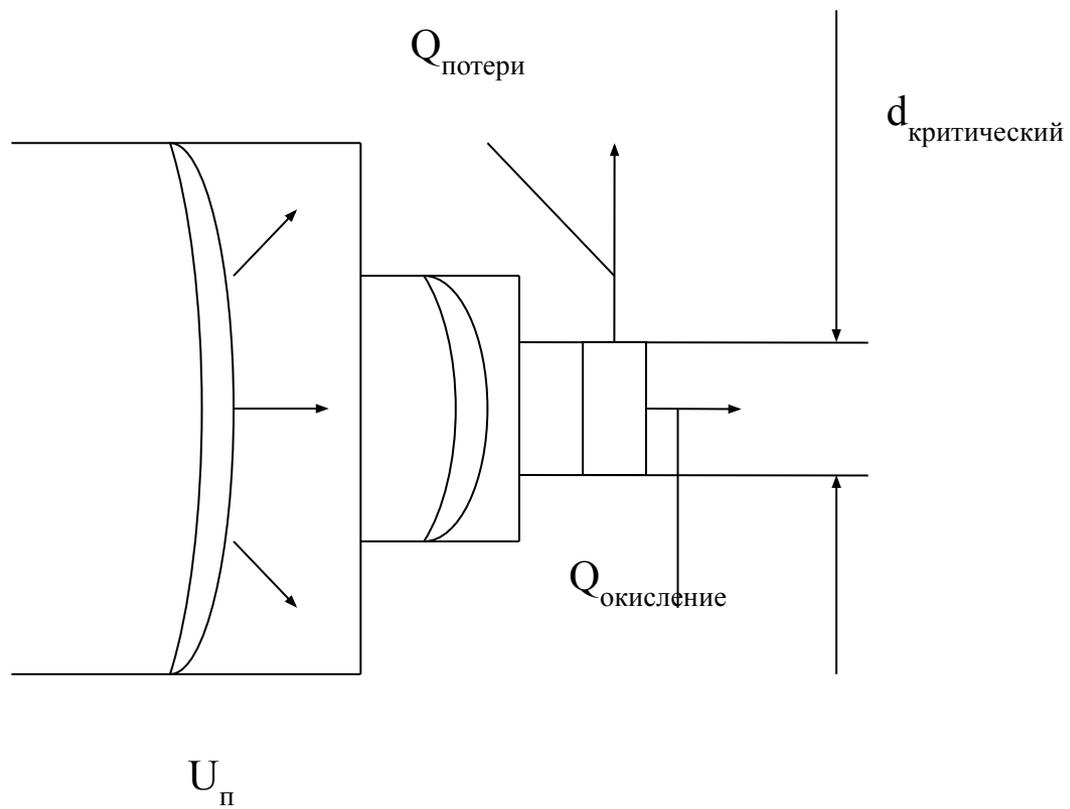


Рис. 5.11

Категории взрывоопасности смеси

Категория взрывоопасности взрывоопасных смесей	Величина БЭМЗ, мм
I метан на подземных горных работах	Свыше 1,0
газы и пары за исключением метана на подземных горных работах	
II А	0,9 и более
II В	Св. 0,5, но менее 0,9
II С	0,5 и менее

## Аппараты с ЛВЖ и горючими жидкостями

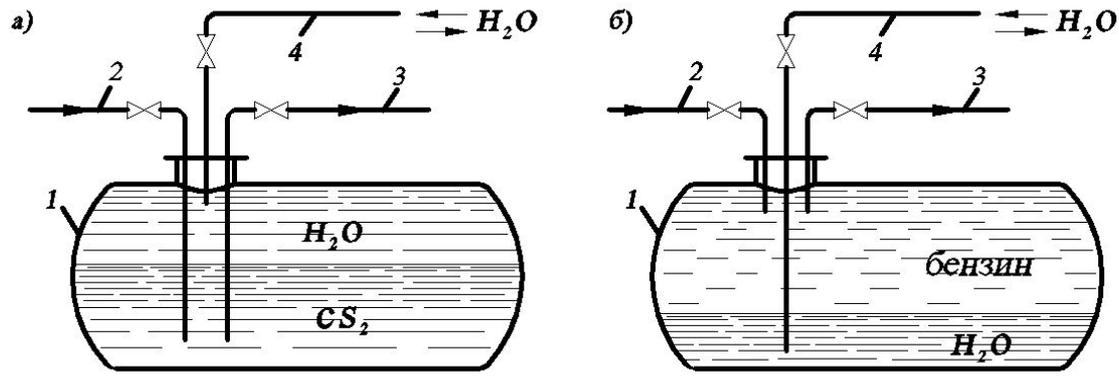


Рис. 5.16

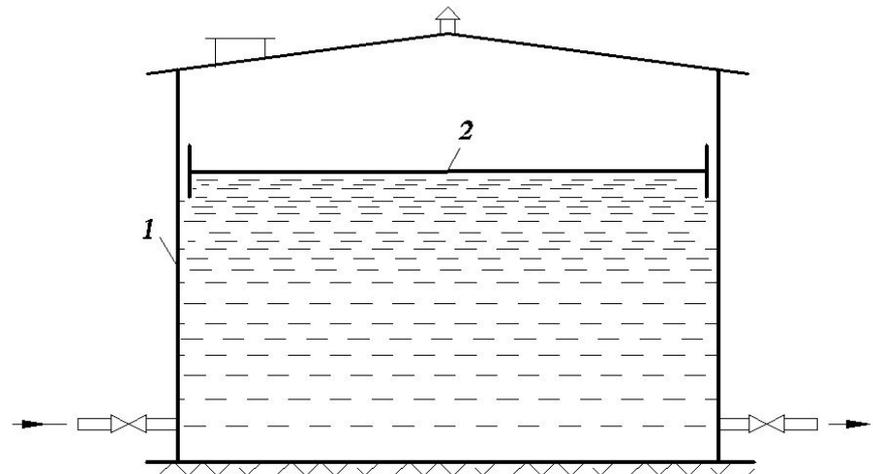
Хранение легковоспламеняющихся жидкостей:

а – сероуглерод под слоем воды; б – нефтепродукт над слоем воды; 1 – ёмкость; 2 – наполнительный трубопровод; 3 – расходный трубопровод; 4 – линия подачи и вытеснения воды.

Рис. 5.17

Резервуар с плавающим понтоном:

1 – корпус резервуара; 2 – плавающий понтон.



Изменение концентрационных пределов распространения пламени горючей смеси от количества содержащегося в ней негорючего газа

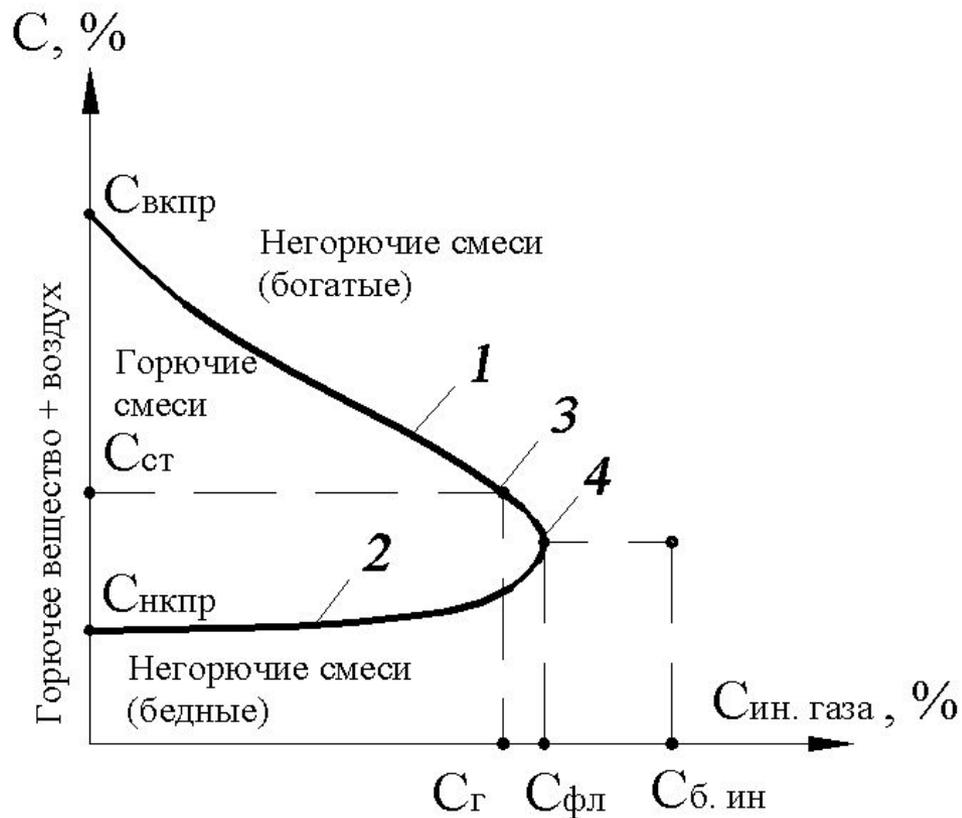


Рис. 5.18

Изменение концентрационных пределов распространения пламени горючей смеси от количества содержащегося в ней негорючего газа:

- 1 – изменение верхнего предела распространения пламени;
- 2 – изменение нижнего предела распространения пламени;
- 3 – стехиометрическая концентрация; 4 – концентрация инертного газа, соответствующая флегматизации взрыва.

# Предупреждение образования горючих смесей в технологических аппаратах и помещениях

## в аппаратах

Регламентный режим	Аварийный режим
Вероятность образования горючей смеси: $q_{гс} \rightarrow 0$ но имеются технологические процессы когда в этом режиме $q_{гс} = 1$ (мельницы, дробилки, пневмотранспорт)	$q_{гс} \rightarrow 0$ но всегда $\leq 1$ . Для защиты аппарата от разрушения, от взрыва горючей смеси, применяют предохранительные мембраны или устанавливают устройство для подавления взрыва в начальной стадии его развития за счет мгновенного впрыска воды.
1. поддержание концентрации горючих веществ вне пределов воспламенения $C_{нкрп} > C_{г} > C_{вкрп}$	
2. уменьшение количества окислителя за счет ведения технологических процессов под вакуумом.	

## в помещениях

Регламентный режим	Аварийный режим
Вероятность образования горючей смеси: $q_{гс} = 0$ 1. $C_{горючего} \ll C_{нкрп}$ $C_{горючего} \ll C_{пдк}$ По СН 24.5 Это достигается герметичностью оборудования и вентиляцией	$q_{гс} \leq 0$ предусматривается аварийная вентиляция $Z$ – производительность вентиляции, $м^3/ч$ ; $V$ – объем помещения, $м^3$ . $K = Z/V$ – производительность вентилятора. Вентилятор меняет объем воздуха 8 раз в час. $K = 8 \text{ 1/час}$ .
2. Замена горючих веществ на негорючие там, где это возможно (например в химчистке замена авиационного бензина на трихлорэтилен – растворитель)	

Класс зоны помещения, смежного со взрывоопасной зоной другого помещения

Таблица 5.5 Класс зоны помещения, смежного со взрывоопасной зоной другого помещения

Класс взрывоопасной зоны	Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения и отделенного от нее	
	стеной (перегородкой) с дверью, находящейся во взрывоопасной зоне	стеной (перегородкой) без проемов или с проемами, оборудованными тамбур – шлюзами
В-I	В-Ia	Невзрыво- и непожароопасная
В-Ia	В-Iб	Невзрыво- и непожароопасная
В-Iб	Невзрыво- и непожароопасная	Невзрыво- и непожароопасная
В-II	В-IIa	Невзрыво- и непожароопасная
В-IIa	Невзрыво- и непожароопасная	Невзрыво- и непожароопасная

## Классы взрывоопасных зон

Таблица 5.6 Классы взрывоопасных зон по разным нормативным документам

ПУЭ	ГОСТ Р 51330. 9-99	ГОСТ Р 51330. 22-99
-	0 (взрывоопасная смесь присутствует постоянно или длительно)	-
В-I	1 (существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации)	-
В-Ia	2 (присутствие взрывоопасной смеси в нормальных условиях эксплуатации маловероятно или оно редко и не очень продолжительно)	-
В-Iб	-	-
В-Iг	1 или 2	-
-	-	20 (горючая пыль в виде облака имеется постоянно или часто при нормальном режиме работы оборудования)
В-II	-	21 (горючая пыль в виде облака может присутствовать при нормальном режиме работы оборудования)
В-IIa	-	22 (облако горючей пыли может возникать редко при ненормальном режиме работы оборудования)

## Электрооборудование для взрывоопасных зон

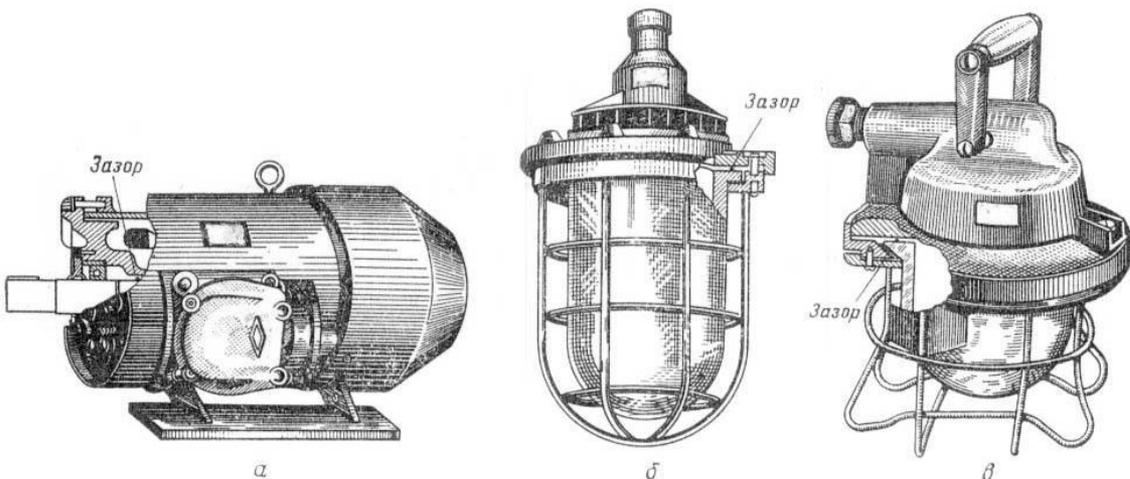
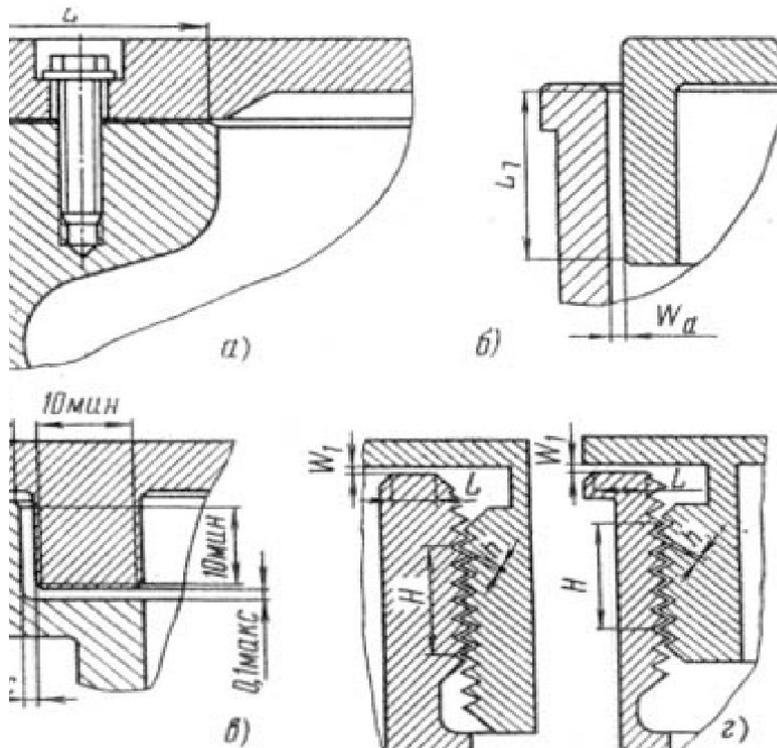


Рис. 5.19  
Примеры электрооборудования  
взрывонепроницаемого  
исполнения:  
а – электродвигатель; б –  
стационарный светильник; в –  
переносной светильник

Рис. 5.20  
Взрывонепроницаемые  
соединения:

а – плоское; б – цилиндрическое; в –  
лабиринтное; г – резьбовое;  $W1$  –  
ширина щели (зазора) плоского  
соединения;  $Wd$  - то же, но  
цилиндрического;  $L$  – длина щели  
(зазора) плоского соединения;  $L1$  –  
то же, но цилиндрического;  $h$  –  
ширина зазора резьбового соеди  
нения;  $H$  – длина резьбового  
соединения



Испытание электрооборудование с взрывонепроницаемыми оболочками  
на взрывоустойчивость и взрывонепроницаемость в герметичной  
взрывной камере

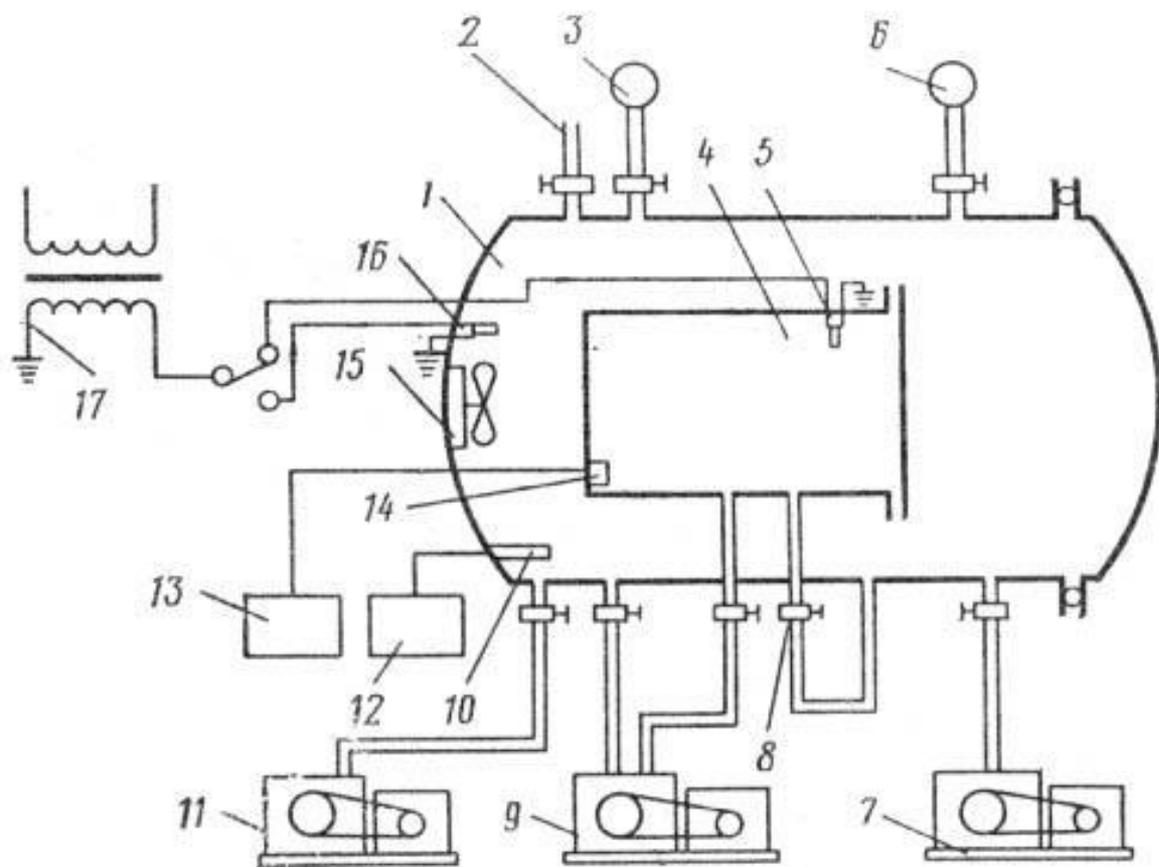


Рис. 5.21

Схема испытательной установки:  
1 – взрывная камера; 2 – газовый вентиль;  
3 – манометр; 4 – испытуемое  
электрооборудование; 5, 16 – источник  
поджигания смеси; 6 – вакуумметр; 7, 11 –  
вакуум-насосы; 8 – соединительный  
трубопровод системы перемешивания  
смеси; 9 – насос для перемешивания  
смеси; 10 – датчик контроля температуры  
смеси; 12 – прибор контроля температуры;  
13 – прибор для измерения давления  
взрыва; 14 – датчик давления взрыва; 15 –  
вентилятор перемешивания смеси; 17 –  
высоковольтный источник системы  
поджигания

Схема электродвигателя в продуваемом исполнении с замкнутым типом вентиляции

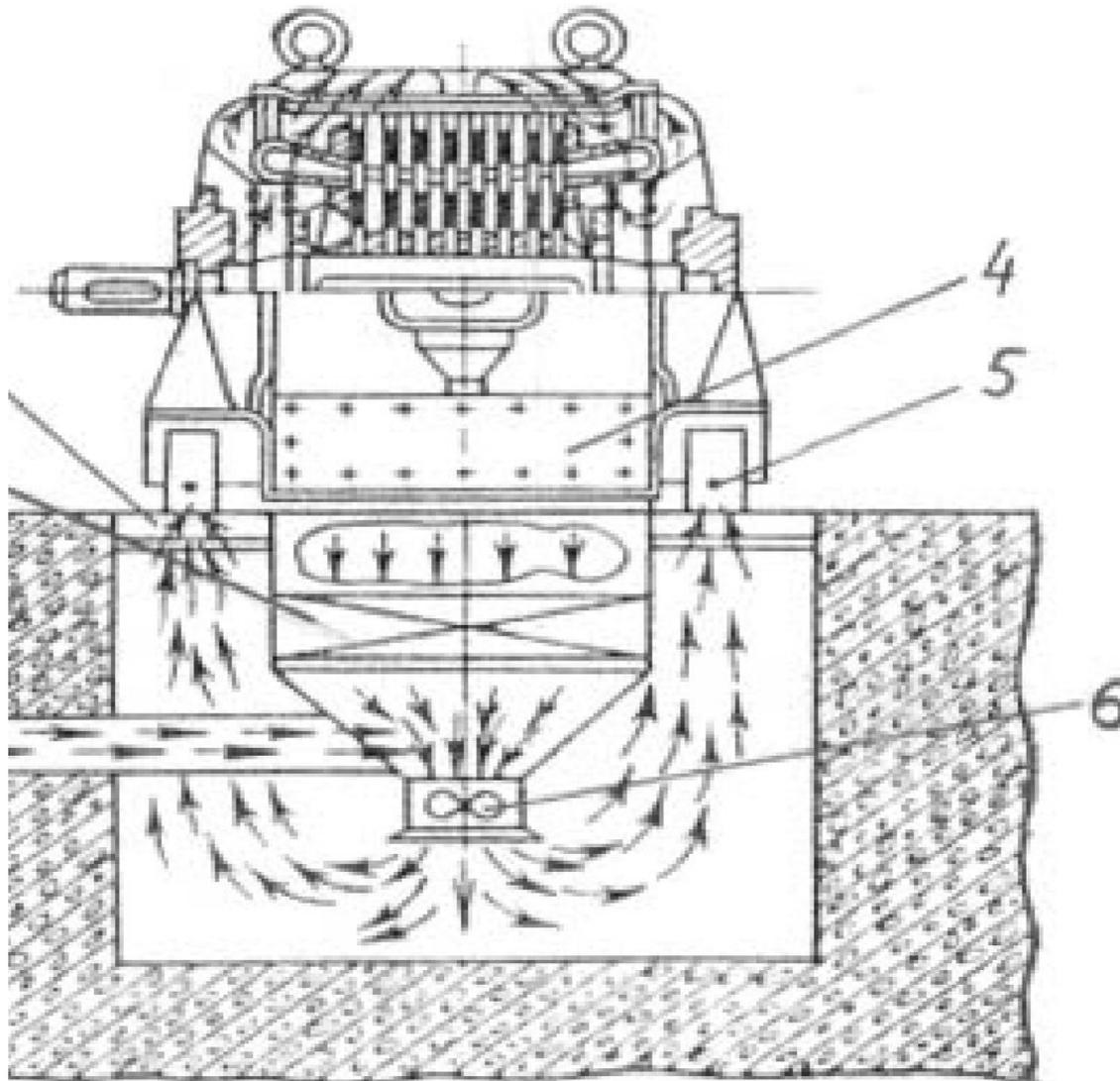


Рис. 5.22

Схема электродвигателя в продуваемом исполнении с замкнутым циклом вентиляции:

1 – подводящий воздуховод; 2 – воздухоохладитель; 3 – вентиляционные люки; 4 – боковой люк; 5 – места присоединения приборов контроля избыточного давления; 6 – вентилятор

## Масляное заполнение оболочки с токоведущими частями

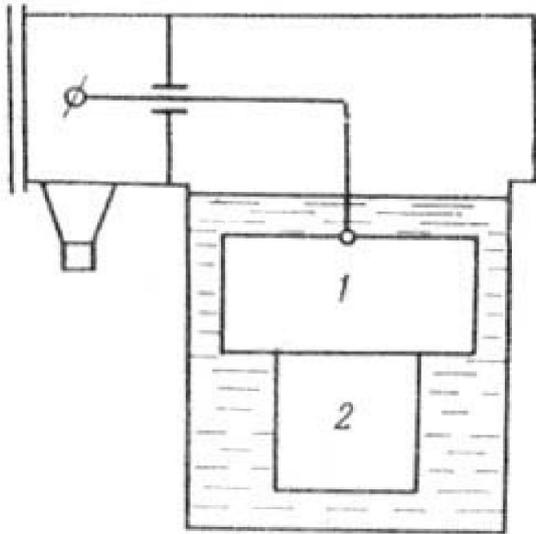


Рис. 5.23

Схема электрооборудования  
маслонаполненного исполнения:

- 1 – неискрящие электрические части;
- 2 – нормально искрящие электрические части

## Искробезопасная электрическая цепь

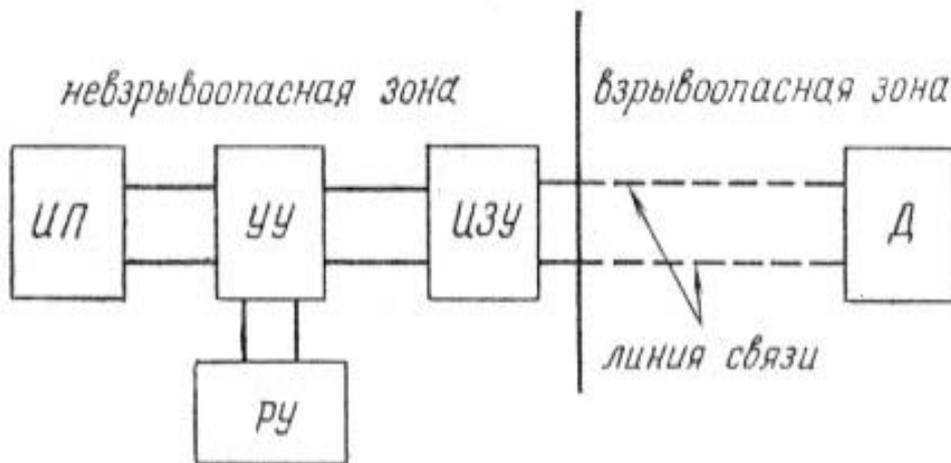


Рис. 5.24

Блок – схема электрической системы  
с искробезопасными внешними  
цепями: ИП – источник питания; УУ  
– усилительное устройство; РУ –  
регистрирующее устройство; ИЗУ –  
искрозащитное устройство; Д –  
датчик (термометр сопротивления,  
термопара и т. д.)

## Категории и группы взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом

Таблица 5.7 Категория взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом

Категория смеси	Наименование смеси	Величина БЭМЗ, мм	Величина МТВ
II	Промышленные газы и пары	-	-
IIA	Промышленные газы и пары	Более 0,9	Более 0,8
IIВ	Промышленные газы и пары	Более 0,5 до 0,9 вкл.	Более 0,45 до 0,8 вкл.
IIС	Промышленные газы и пары	До 0,5 вкл.	До 0,45 вкл.

Таблица 5.8 Группы взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом

Знак температурного класса электрооборудования	Предельная температура, °С	Группа взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищенным
T1	450	T1
T2	300	T1, T2
T3	200	T1, T2, T3
T4	135	T1, T2, T3, T4
T5	100	T1, T2, T3, T4, T5
T6	85	T1, T2, T3, T4, T5, T6

Таблица 5.9 Группы взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом по температуре самовоспламенения

Группа взрывоопасных смесей	Температура самовоспламенения смеси, °С
T1	Выше 450
T2	Выше 300 до 450
T3	Выше 200 до 300
T4	Выше 135 до 200
T5	Выше 100 до 135
T6	Выше 85 до 100

Маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ГОСТ 12.2.020

- 76





Таблица 5.11 Степень защиты электрооборудования от попадания внутрь оболочки твердых посторонних тел

Первая цифра	Степень защиты изделия	
	Краткое описание	Определение
0	Защита отсутствует	Специальная защита отсутствует
1	Защита от твердых тел размером более 50 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки, например, руки и от проникновения твердых тел размером свыше 50 мм
2	Защита от твердых тел размером более 12 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки пальцев или предметов длиной не более 80 мм и от проникновения твердых тел размером свыше 12 мм
3	Защита от твердых тел размером более 2,5 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки инструментов, проволоки диаметром или толщиной более 2,5 мм и от проникновения твердых тел размером более 2,5 мм
4	Защита от твердых тел размером более 1,0 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки проволоки и от проникновения твердых тел размером более 1,0 мм
5	Защита от пыли	Проникновение пыли внутрь оболочки не предотвращено полностью. Однако пыль не может проникать в количестве, достаточном для нарушения работы изделия

Таблица 5.12 Степень защиты электрооборудования от попадания внутрь оболочки воды

Вторая цифра	Степень защиты изделия	
	Краткое описание	Определение
0	Защита отсутствует	Специальная защита отсутствует
1	Защита от капель воды	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие
2	Защита от капель воды при наклоне до 15°	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие при наклоне его оболочки на любой угол до 15° относительно нормального положения
3	Защита от дождя	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали, не должен оказывать вредного действия на изделие
4	Защита от брызг	Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного действия на изделие
5	Защита от водяных струй	Струя воды, выбрасываемая в любом направлении на оболочку, не должна оказывать вредного действия на изделие
6	Защита от волн воды	Вода при волнении не должна попадать внутрь оболочки в количестве, достаточном для повреждения изделия
7	Защита при погружении в воду	Вода не должна проникать в оболочку, погруженную в воду, при определенных давлении и времени в количестве, достаточном для повреждения изделия
8	Защита при длительном погружении в воду	Изделия пригодны для длительного погружения в воду при условиях, установленных изготовителем. Примечание. Для некоторых типов изделий допускается проникновение воды внутрь оболочки, но без нанесения вреда изделию.

## Выбор электрооборудования для пожароопасных зон

Таблица 5.13 Минимальные допустимые степени защиты оболочек электрических машин в зависимости от класса пожароопасной зоны

Вид установки и условия работы	Степень защиты оболочки для пожароопасной зоны класса			
	П - I	П - II	П - IIa	П – III
Стационарно установленные машины, искрящие или с не искрящими частями по условиям работы	IP44	IP54	IP44	IP44
Стационарно установленные машины, не искрящие и без искрящих частей по условиям работы	IP44	IP44	IP44	IP44
Машины с частями, искрящими и не искрящими по условиям работы, установленные на передвижных механизмах и установках (краны, тельферы, электротележки и т. п.)	IP44	IP54	IP44	IP44

Предупреждение воспламенения от разрядов статического электричества

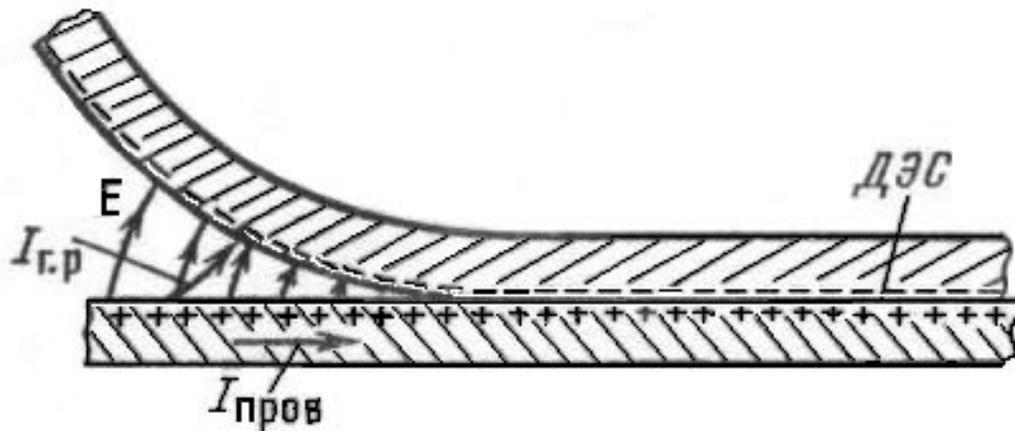


Рис. 5.25  
Схема перехода зарядов

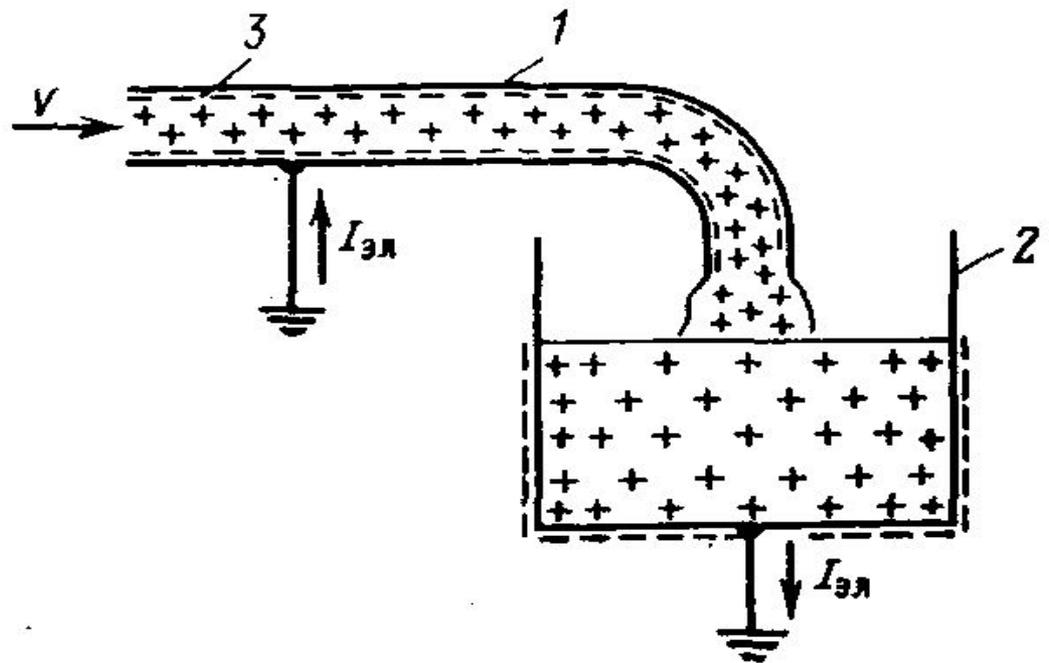


Рис. 5.26  
Картина электризации  
жидкости, движущейся  
по трубе

# Пожаровзрывобезопасность промышленных зданий и сооружений

Таблица 5.14 Категорирование помещений по НПБ 105-03

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
А взрыво- пожаро- опасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается 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 взрыво- пожаро- опасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
В1-В4 пожаро опасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они 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; горючие газы, жидкости и твердые вещества которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Таблица 5.15 *Определение категорий В1 — В4 помещений*

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка $g$ на участке, МДж · м <sup>-2</sup>	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401 — 2200	См. п. 25
В3	181 — 1400	То же
В4	1 — 180	На любом участке пола помещения площадью 10 м <sup>2</sup> . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно п. 25

Таблица 5.19 Категории наружных установок по пожарной опасности

Категория наружной установки	Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной опасности
Ан	Установка относится к категории Ан, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы; легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки (Твсп) не более 28°С; вещества и/или материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и/или друг с другом, при условии, что величина индивидуального риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает 10-6 в год на расстоянии 30 м от наружной установки
Бн	Установка относится к категории Бн, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие пыли и/или волокна; легковоспламеняющиеся жидкости с Твсп более 28°С; горючие жидкости, при условии, что величина индивидуального риска при возможном сгорании пыле- и/или паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает 10-6 в год на расстоянии 30 м от наружной установки
Вн	Установка относится к категории Вн, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие и/или трудногорючие жидкости; твердые горючие и/или трудногорючие вещества и/или материалы (в том числе пыли и/или волокна); вещества и/или материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и/или друг с другом гореть; не реализуются категории, позволяющие отнести установку к категориям Ан или Бн, при условии, что величина индивидуального риска при возможном сгорании указанных веществ и/или материалов превышает 10-6 в год на расстоянии 30 м от наружной установки
Гн	Установка относится к категории Гн, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и/или материалы в горячем, раскаленном и/или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и/или пламени, а также горючие газы, жидкости и/или твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Дн	Установка относится к категории Дн, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и/или материалы в холодном состоянии и по перечисленным выше критериям она не относится к категориям Ан, Бн, Вн, Гн



Таблица 5.21 Степень огнестойкости зданий

Степень огнестойкости зданий	Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций, ч (над чертой), и максимальные пределы распространения огня по ним, см (под чертой)								
	Стены				Колонны	Лестничные площадки, косоуры, ступени, балки и марши лестничных клеток	Плиты, настилы (в том числе с утеплителем) и др. несущие конструкции перекрытий	Элементы покрытий	
	Несущие и лестничных клеток	Самонесущие	Наружные несущие (в том числе из навесных панелей)	Внутренние несущие (перегородки)				Плиты, настилы (в том числе с утеплителем) и прогоны	Балки, фермы, арки, рамы
I	2,5 0	1,25 0	0,5 0	0,5 0	2,5 0	1 0	1 0	0,5 0	0,5 0
II	2 0	1 0	0,25 0	0,25 0	2 0	1 0	0,75 0	0,25 0	0,25 0
III	2 0	1 0	0,25; 0,5 0 40	0,25 0	2 0	1 0	0,75 0	н.н. н.н.	н.н. н.н.
IIIa	1 0	0,5 0	0,25 40	0,25 40	0,25 0	1 0	0,25 0	0,25 25	0,25 0
IIIб	1 40	0,5 40	0,25; 0,5 0 40	0,25 40	1 40	0,75 0	0,75 25	0,25; 0,5 0 25(40)	0,75 25 (40)
IV	0,5 40	0,25 40	0,25 40	0,25 40	0,5 40	0,25 25	0,25 25	н.н. н.н.	н.н. н.н.

# Средства и способы тушения пожара

## *Огнетушители*

$\overline{XX(X)} - \overline{XX(X)} - \overline{XXA}; \overline{XXB}; C - (X) \overline{XX} \overline{X}$   
1                    2                    3                    4                    5                    6

1 – тип огнетушителя – ОВ, ОВП, ОП, ОУ, ОХ (кратность пены – Н, С; вид струи – К, Р, М);

2 – вместимость корпуса, л (принцип вытеснения ОТВ – з, б, г, ж, т);

3 – ранг очага, класс пожара;

4 – модель (01, 02 и т.д.);

5 – климатическое исполнение (У1, Т2 и т.д.);

6 – обозначение нормативного документа (ГОСТ, ТУ).

*Пример условного обозначения:*

ОВП(Н) – 10(г) – 2А; 55В – (01) У2 ГОСТ

Огнетушитель воздушно - пенный (ОВП), низкой кратности (Н), вместимость корпуса 10 л, вытеснение ОТВ газогенерирующим элементом (г), для тушения загораний твердых горючих материалов (ранг очага 2А) и жидких горючих веществ (ранг очага 55В), модель 01, климатическое исполнение У2, ГОСТ Р...

## Автоматические установки (системы) пожаротушения (АУП)

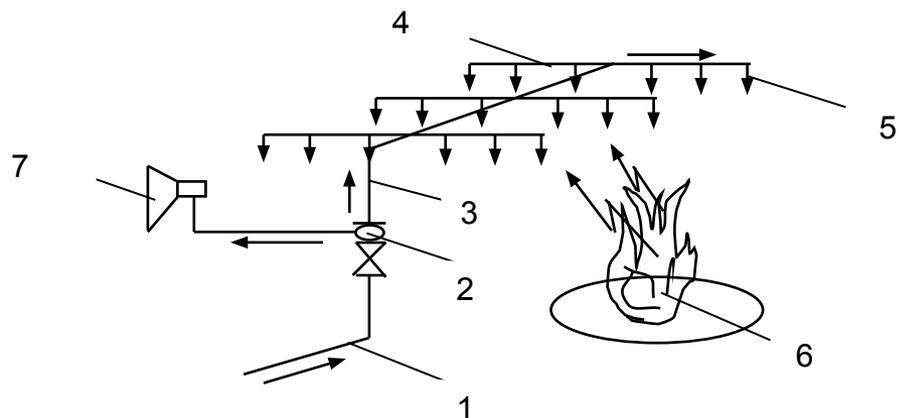


Рис. 5.29

Спринклерная установка водяной системы:

- 1 – магистральный трубопровод; 2 – контрольно–сигнальное устройство; 3 – питательные трубы; 4 – распределительные трубы; 5 – спринклеры; 6 – очаг пожара; 7 – сигнальное устройство.

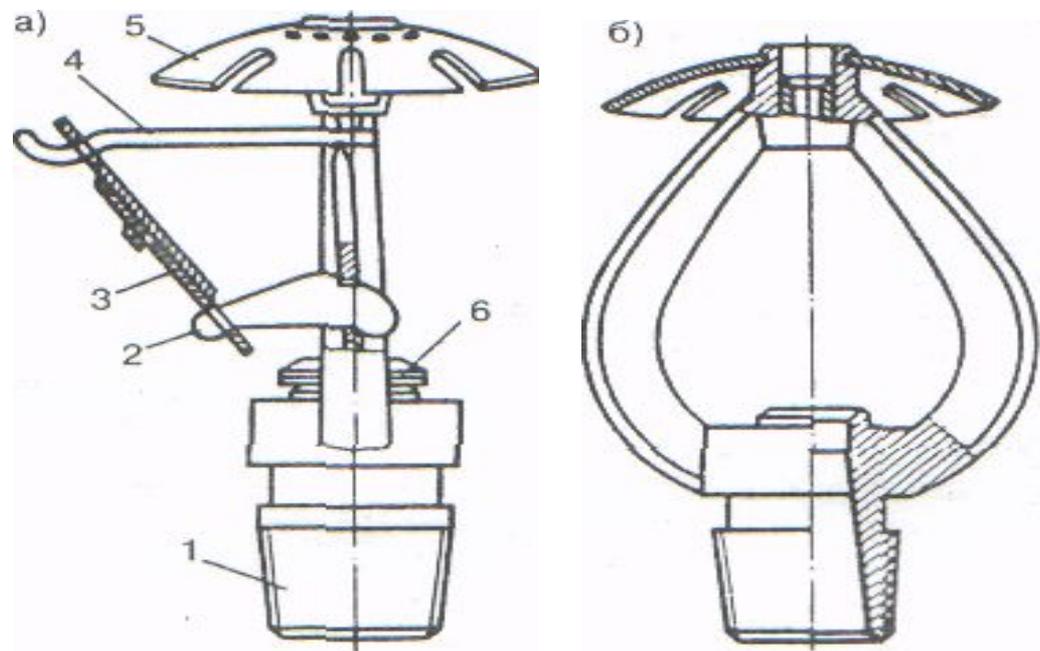


Рис. 5.30

Оросители  
спринклерный ОВС (а)  
и дренчерный ОВД (б):

- 1 – насадок; 2, 4 –  
рычаги; 3 –  
легкоплавкий замок; 5 –  
розетка; 6 – клапан.

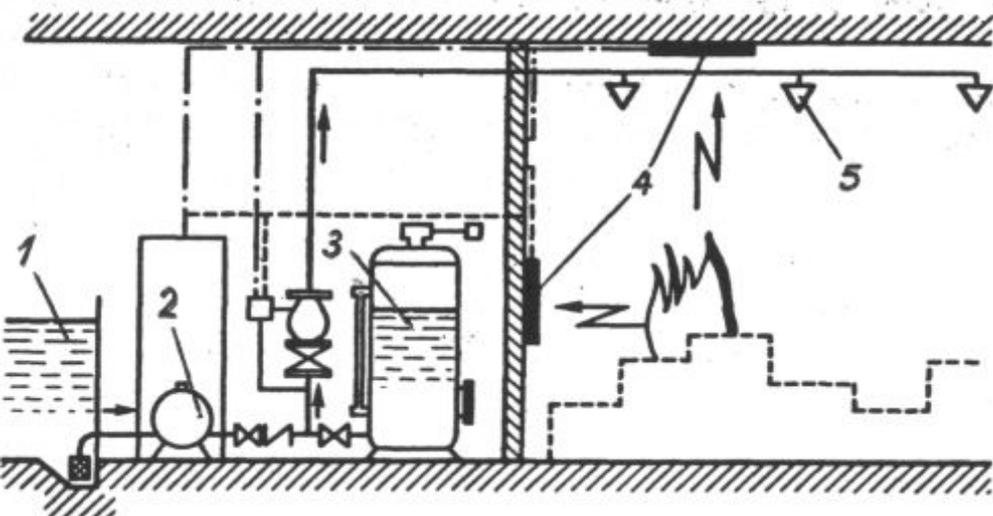


Рис. 5.31  
 Схема автоматической  
 установки водяного  
 пожаротушения:  
 1 – водоисточник; 2 – насос;  
 3 – автоматический  
 водопитатель; 4 –  
 извещатель; 5 – ороситель.

Таблица 5.23 Группа помещений по степени опасности развития пожара

Группа	Перечень помещений, производств, технологических процессов
1	Книгохранилища, библиотеки, музеи, концертные и кинозалы, вычислительные центры, магазины, гостиницы, больницы
2	Окрасочные, промывочные с применением ЛВЖ и ГЖ, деревообрабатывающие, текстильные, кожевенные производства, помещения целлюлозно – бумажные, с применением резино технических изделий, обслуживания автомобилей (пожарная нагрузка от 200 до 2000 МДж/м <sup>2</sup> )
3	Производство резино – технических изделий
4	Производство горючих натуральных и синтетических волокон, компрессорные станции, переработка горючих газов, ЛВЖ и т.п.(пожарная нагрузка свыше 2000 МДж/м <sup>2</sup> )
5	Склады негорюемых материалов в сгораемой упаковке
6	Склады твердых сгораемых материалов
7	Склады лаков, красок, ЛВЖ, ГЖ, пластмасс, резины, каучука, смол

Таблица 5.24 Параметры водопенных установок пожаротушения

Группа	Интенсивность орошения, л/(м <sup>2</sup> с)		Площадь орошения спринклером, м <sup>2</sup>	Площадь для расчета расхода, м <sup>2</sup>	Время работы установки, с	Расстояние между оросителями, м
	вода	раствор ПО				
1	0,08	—	12	120	30	4
2	0,12	0,08	12	240	60	4
3	0,24	0,12	12	240	60	4
4	0,3	0,15	12	360	60	4
5	0,32	0,16	9	180	60	3
6	0,4	0,24	9	180	60	3
7	—	0,4	9	180	—	3

## Пожарная сигнализация

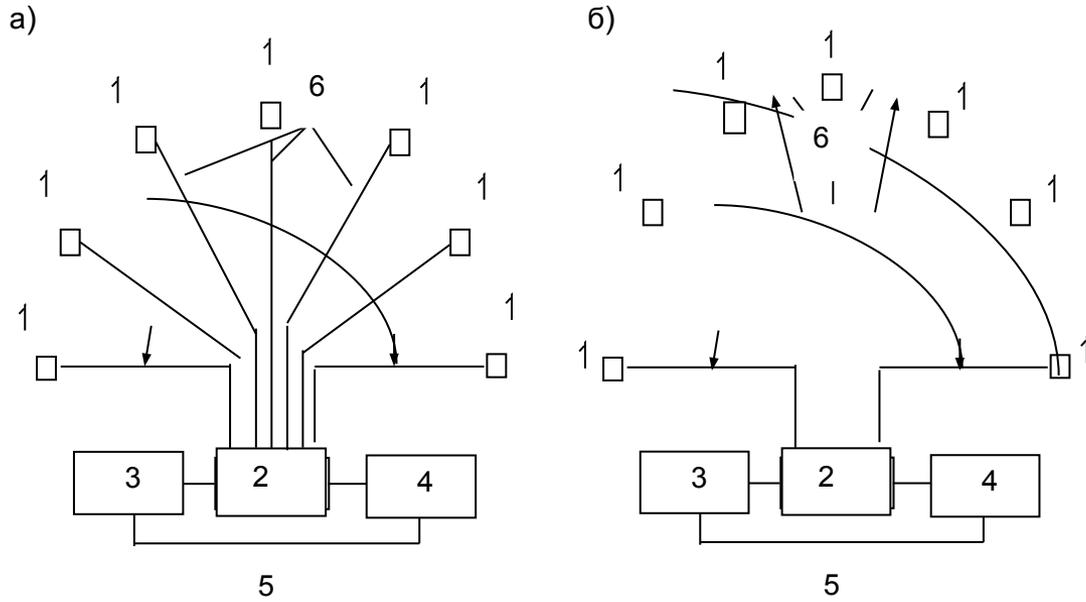
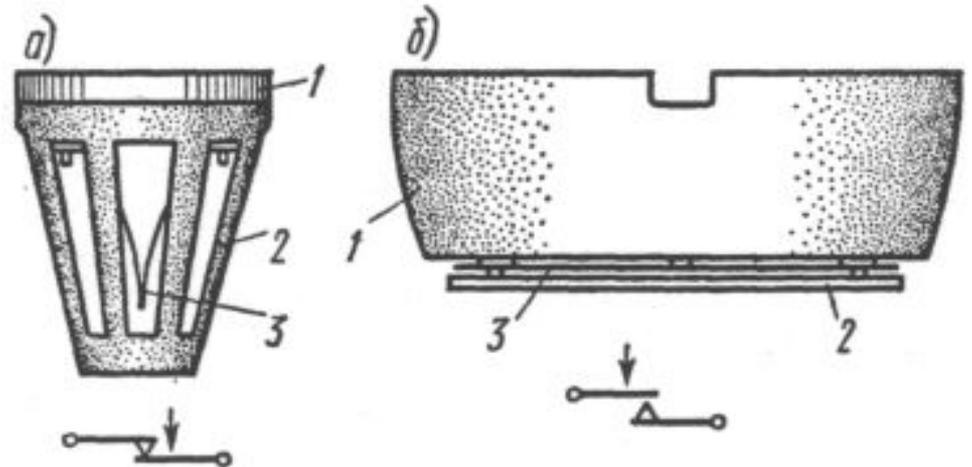


Рис. 5.32

Схема устройства систем электрической пожарной сигнализации: а – лучевая радиальная; б – шлейфная кольцевая; 1 – извещатели – датчики; 2 – приемная станция; 3 – блок резервного питания от аккумуляторов; 4 – блок питания от сети (с преобразователем тока); 5 – система переключения с одного питания на другое; 6 – линейные сооружения (проводка)

Рис. 5.33

Образцы тепловых извещателей: а – с легкоплавким замком; б – с биметаллической пластиной; 1 – основание извещателя; 2 – защитное устройство, предохраняющее чувствительный элемент от механических повреждений; 3 – чувствительный элемент



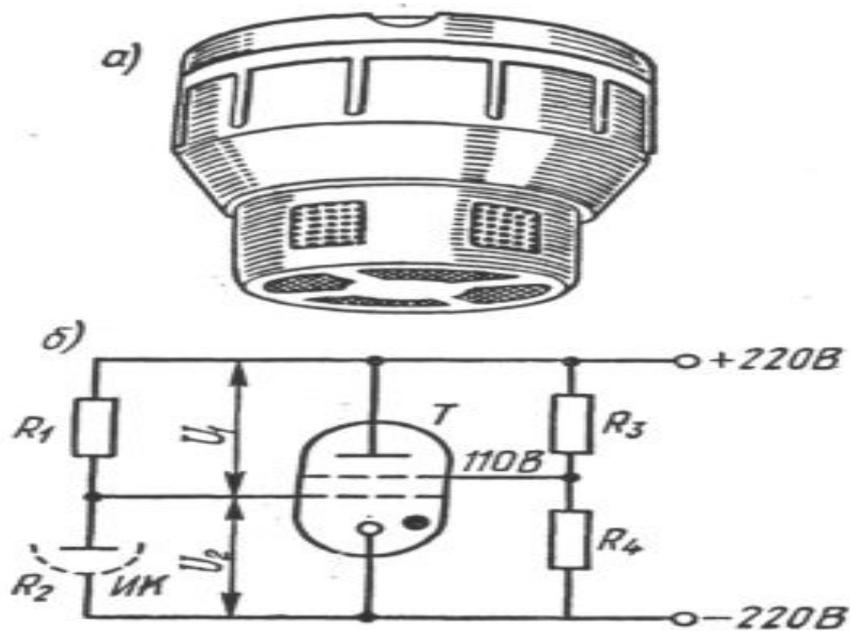


Рис. 5.34  
 Общий вид (а) и  
 электрическая схема  
 дымового  
 извещателя (б):  $R_1, R_2, R_3,$   
 $R_4$  – сопротивления;  $T$  –  
 тиратрон; ИК –  
 ионизационная камера

Устройство и безопасная эксплуатация сосудов и аппаратов,  
работающих под давлением

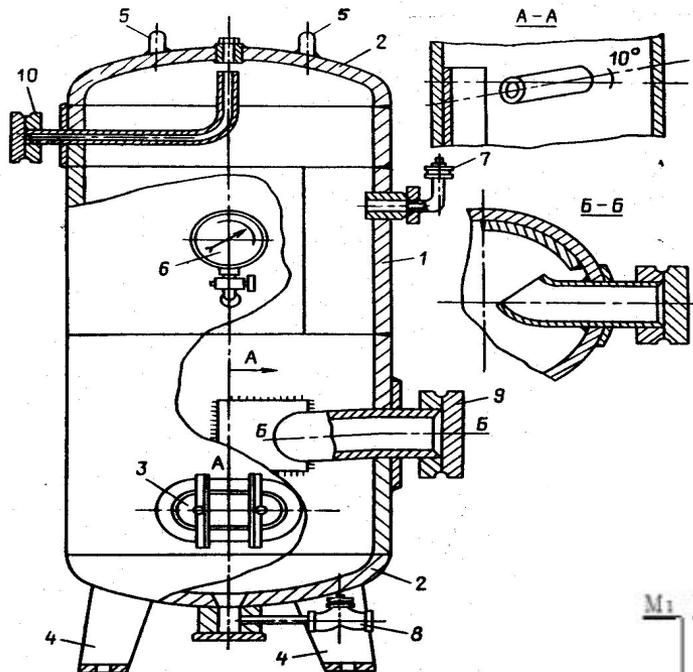


Рис. 5.35

Воздухосборник: 1 – корпус; 2 –  
днище; 8 – люк; 4 – опора; 5 – монтажные  
скобы; 6 – манометр; 7 – предохранительный  
клапан; 8 – вентиль; 9 – нижний патрубок; 10  
– верхний патрубок.

Рис. 5.36  
Горизонтальный аппарат

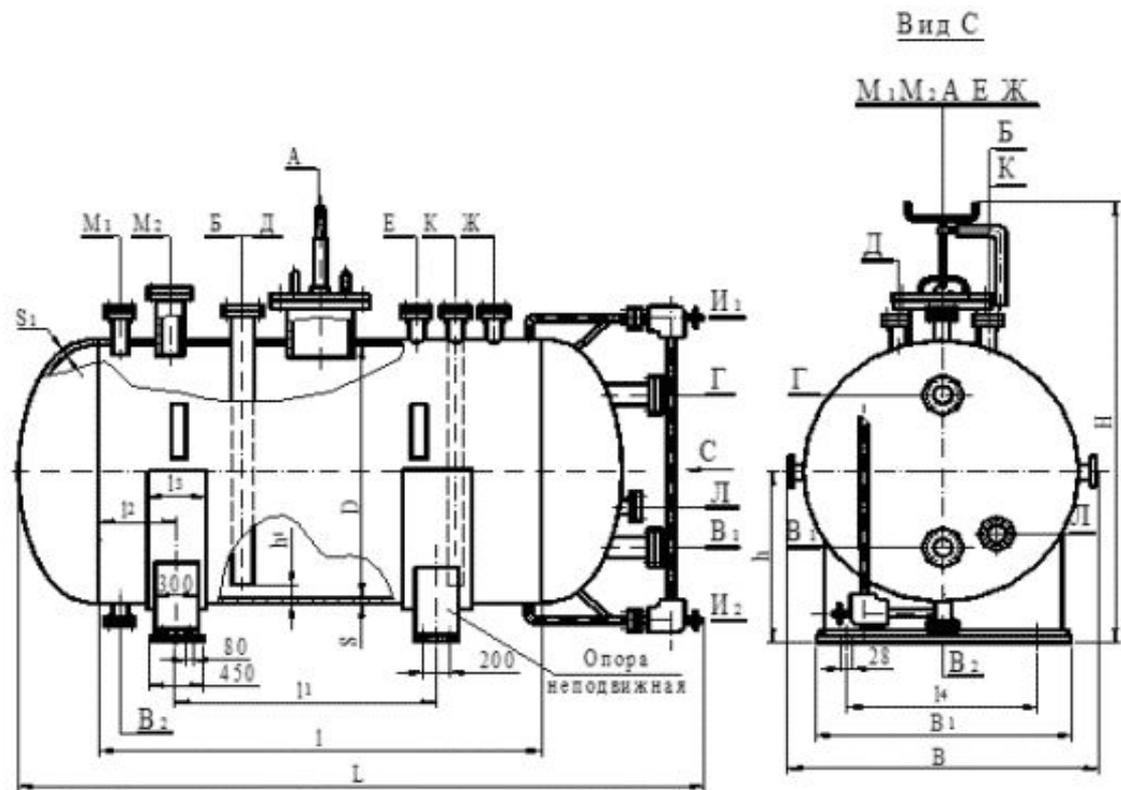


Таблица 5.25 Группа сосуда в зависимости от расчетного давления, температуры стенки и характера рабочей среды

Группа сосуда	Расчетное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура стенки, °С	Характер рабочей среды
По ПБ 03-576-03			
1	Свыше 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная, пожароопасная, или 1-го, 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
2	До 2,5 (25)	Ниже минус 70, выше 400	Любая, за исключением указанной для 1-й группы сосудов
	Свыше 2,5 (25) до 4 (40)	Ниже минус 70, выше 200	
	Свыше 4 (40) до 5 (50)	Ниже минус 40, выше 200	
	Свыше 5 (50)	Независимо	
3	До 1,6 (16)	От минус 70 до минус 20 От 200 до 400	Любая, за исключением указанной для 1-й группы сосудов
	Свыше 1,6 (16) до 2,5(25)	От минус 70 до 400	
	Свыше 2,5 (25) до 4(40)	От минус 70 до 200	
	Свыше 4 (40) до 5 (50)	От минус 40 до 200	
4	До 1,6 (16)	От минус 20 до 200	
+ По ПБ 03-584-03			
5а	До 0,07	Независимо	Взрывопожароопасные или 1, 2, 3 классов опасности по ГОСТ 12.1.007
5б	До 0,07	Независимо	Взрыво-, пожаробезопасная, или 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007

## Назначение методов контроля сварных соединений

Сварные соединения и методы их контроля следует выполнять в соответствии с ПБ 03 – 584 – 03.

А – продольные сварные соединения в обечайках, в сферических и эллиптических днищах и их заготовках;

В – кольцевые сварные соединения в обечайках, кольцевые сварные швы, соединяющие кованные, штампованные, многослойные (рулонированные) обечайки между собой и с днищами, фланцами, горловинами;

С – сварные швы, соединяющие фланцы, трубные доски с обечайками, а также фланцы с патрубками;

Д – сварные соединения вварки (приварки) штуцеров (патрубков), горловин в обечайки, днища;

Е – сварные соединения приварных элементов к корпусу;

Т – соединения приварки труб к трубной решетке.

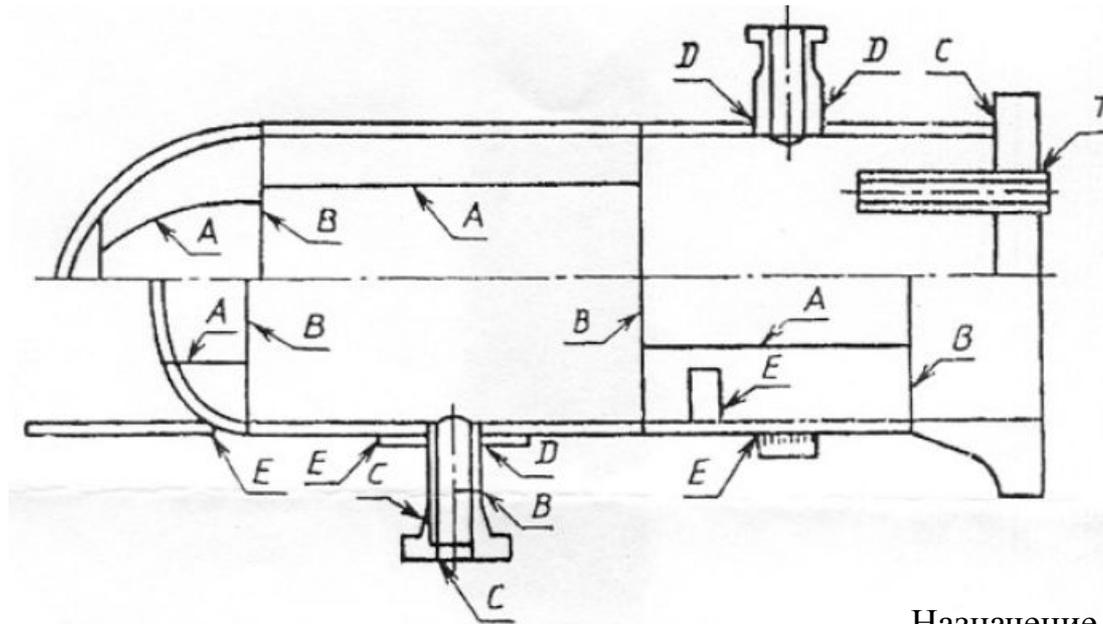


Рис. 5.37

Назначение методов контроля при изготовлении сосудов и аппаратов

Таблица 5.26 Назначение методов контроля при изготовлении сосудов и аппаратов

Объекты контроля	Методы контроля
Листовая сталь	ВО + УЗД
Двухслойная сталь	ВО + ЦД + УЗД
Кованые и штампованные заготовки. Элементы сосуда. Сортовой прокат	ВО + МПД(ЦД) + УЗД
Сварные соединения категорий:	
А, В, С, D	ВО + ПД(ЦД) + (УЗД, РГ)
Е	ВО + МПД(ЦД) + УЗД
Т	ВО + ЦД
Наплавка	ВО+ЦД+УЗД

Таблица 5.27 Длина контролируемого участка швов от длины каждого шва, %

Группа сосудов	Длина контролируемого участка швов от длины каждого шва, %
1	100
2	100
3	Не менее 50
4	Не менее 25

## Гидравлическое (пневматическое) испытание

Таблица 5.28 Время выдержки сосуда под пробным давлением

Толщина стенки сосуда, мм	Время выдержки, мин
До 50	10
Свыше 50 до 100	20
Свыше 100	30
Для литых, неметаллических и многослойных сосудов независимо от толщины стенки	60

## Предохранительные устройства



Рис. 5.38 Типы предохранительных клапанов



Мембранное  
предохранительное  
устройство

Мембранное  
предохранительное  
устройство с разрывным  
стержнем

Мембраны с периферийным  
(радиальным) локальным  
ослаблением в виде насечек

Рис. 5.39

Предохранительные устройства с разрушающимися мембранами

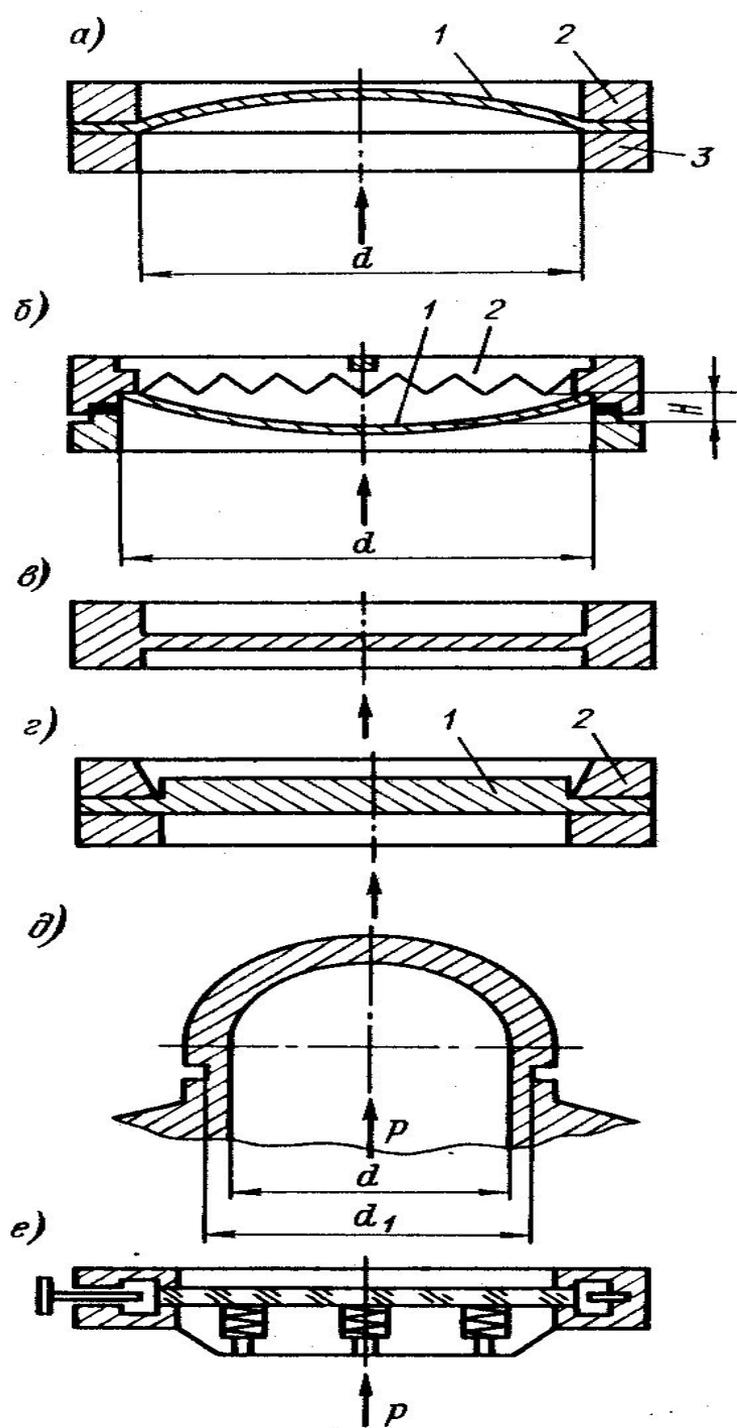


Рис. 5.40

Предохранительные мембраны: а) – разрывные: 1 – сферическая мембрана; 2, 3 – зажимные кольца; б) – хлопающие: 1 – сферическая мембрана; 2 – нож крестообразный; в) – ломающиеся; г) – срезные: 1 – мембрана; 2 – кольцо прижимное; д – отрывные; е – специальные

## Техническое освидетельствование

Таблица 5.29 Периодичность освидетствований сосудов, не подлежащих регистрации

№	Наименование	Наружный, внутренний осмотры	Гидравлическое испытание
1	Сосуды, работающие со средой, вызывающей коррозию со скоростью не более 0,1 мм/год	2 года	8 лет
2	Сосуды, работающие со средой, вызывающей коррозию со скоростью более 0,1 мм/год	12 мес.	8 лет
3	Бочки для сжиженных газов с коррозией не более 0,1 мм/год	4 года	4 года
4	Бочки для сжиженных газов с коррозией более 0,1 мм/год	2 года	2 года
5	Баллоны с коррозией не более 0,1 мм/год	5 лет	5 лет
6	Баллоны с коррозией более 0,1 мм/год	2 года	2 года
7	Баллоны стационарные, установленные на передвижных транспортных средствах, для хранения сжатого воздуха, кислорода, аргона, азота, гелия с точкой росы минус 35°С и ниже при $P > 150 \text{ кгс/см}^2$	10 лет	10 лет

Таблица 5.30 Периодичность освидетельствований сосудов, подлежащих регистрации в органах Ростехнадзора

№	Наименование	Ответственный по надзору	Специалист, имеющий разрешение (лицензию) Госгортехнадзора	
		Наружный, внутренний осмотры	Наружный, внутренний осмотры	Гидравлические испытания
1	Сосуды с коррозией не более 0,1 мм/год	2 года	4 года	8 лет
2	Сосуды с коррозией более 0,1 мм/год	12 мес.	4 года	8 лет
3	Сосуды, зарытые в грунт, для хранения жидкого нефтяного газа, сосуды, изолированные на основе вакуума, для хранения и транспортировки сжиженных кислорода, азота и других некоррозионных криогенных жидкостей	-	10 лет	10 лет

## Требования к баллонам

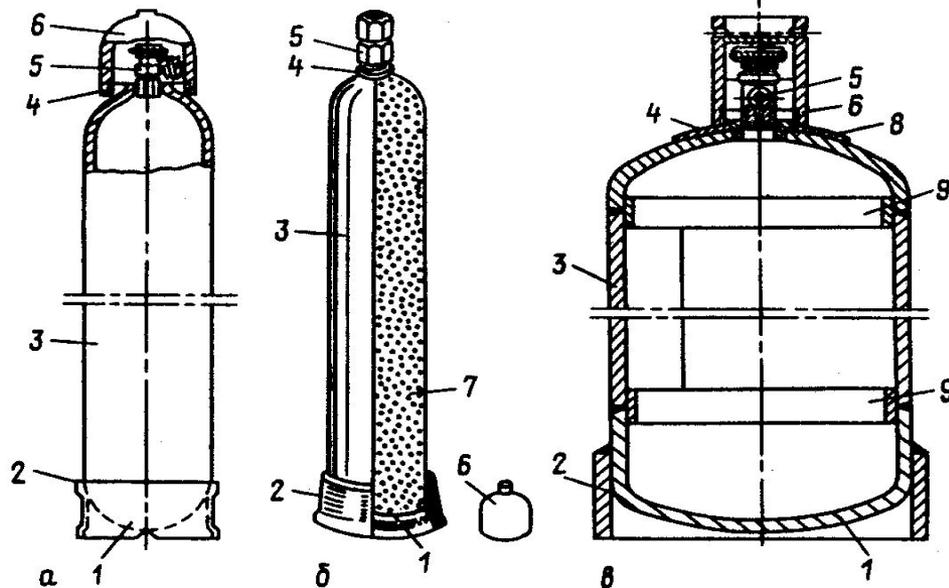


Рис. 5.41

Баллоны для газов: а – кислорода; б – ацетилена; в – пропан-бутана (сварные);  
1 – днище; 2 – опорный башмак; 3 – корпус; 4 – горловина; 5 – вентиль; 6 – колпак; 7 – пористая масса; 8 – паспортная табличка; 9 – подкладные кольца



Рис. 5.42

Фотография баллонов с газами

Таблица 5.31 Окраска наружной поверхности баллонов

Наименование газа	Окраска баллонов	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	черная	Азот	желтый	коричневый
Аммиак	желтая	Аммиак	черный	коричневый
Ацетилен	белая	Ацетилен	красный	зеленый
Кислород	голубая	Кислород	черный	черный
Углекислота	черная	Углекислота	желтый	желтый
Фреон П	алюминиевая	Фреон П	черный	синий
Гелий	коричневая	Гелий	белый	черный

Таблица 5.32 Периодичность технических освидетельствований баллонов, находящихся в эксплуатации и не подлежащих регистрации в органах Ростехнадзора России

Наименование	Наружный и внутренний осмотры	Гидравлическое испытание пробным давлением
<p>Баллоны, находящиеся в эксплуатации для наполнения газами, вызывающими разрушение и физико-химическое превращение материала (коррозия и т. п.):</p> <p>со скоростью не более 0,1 мм/год</p> <p>со скоростью более 0,1 мм/год</p>	<p>5 лет</p> <p>2 года</p>	<p>5 лет</p> <p>2 года</p>
<p>Баллоны, предназначенные для обеспечения топливом двигателей транспортных средств, на которых они установлены</p> <p>а) для сжатого газа:</p> <p>изготовленные из легированных сталей и металло-композитных материалов;</p> <p>изготовленные из углеродистых сталей и металло-композитных материалов;</p> <p>изготовленные из неметаллических материалов;</p> <p>б) для сжиженного газа.</p>	<p>5 лет</p> <p>3 года</p> <p>2 года</p> <p>2 года</p>	<p>5 лет</p> <p>3 года</p> <p>2 года</p> <p>2 года</p>
<p>Баллоны со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материалов (коррозия и т.п.) со скоростью менее 0,1 мм/год, в которых давление выше 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) создается периодически для их опорожнения</p>	<p>10 лет</p>	<p>10 лет</p>
<p>Баллоны, установленные стационарно, а также установленные постоянно на передвижных средствах, в которых хранятся сжатый воздух, кислород, аргон, азот, гелий с температурой точки росы минус 35 ° С и ниже, замеренной при давлении 15 МПа (150 кгс/см<sup>2</sup>) и выше, а также баллоны с обезвоженной углекислотой</p>	<p>10 лет</p>	<p>10 лет</p>
<p>Баллоны, предназначенные для пропана или бутана с толщиной стенки не менее 3 мм, вместимостью 55 л, со скоростью коррозии не более 0,1</p>	<p>10 лет</p>	<p>10 лет</p>

Основы электробезопасности. Действие электрического тока на человека. Анализ условий поражения человека электрическим током.

Меры защиты от поражения электрическим током

Таблица 5.33 Степень опасности электрического тока

Сила тока, мА	Переменный ток	Постоянный ток
0,6 – 1,5	Порог ощущения	Не ощущается
2 – 3	Судороги в руках	Не ощущается
5 – 7	Судороги в руках с болью	Зуд, ощущение нагрева (порог ощущения)
8 – 10	Сильные боли в пальцах и кистях рук (порог отпускающего тока)	Усиление нагрева
13 – 14	Очень сильные боли, слабый паралич рук (пороговый не отпускающий ток)	Дальнейшее ощущение нагрева
20 – 50	Паралич рук; самостоятельно оторваться невозможно; затрудненное дыхание	Сокращение мышц; незначительные боли; продолжение нагрева
50 – 65	Паралич дыхания; фибрилляция сердца (хаотически одновременные сокращения волокон сердечной мышцы)	Сильные боли; слабый паралич рук; оторваться самостоятельно практически невозможно
70 – 80	Начало трепетания желудочков сердца	Руки парализуются; оторваться самостоятельно невозможно
90 – 100	Паралич дыхания; при длительности 3с и более – паралич сердца, трепетание желудочков; клиническая смерть	Паралич дыхания; начало трепетания желудочков сердца

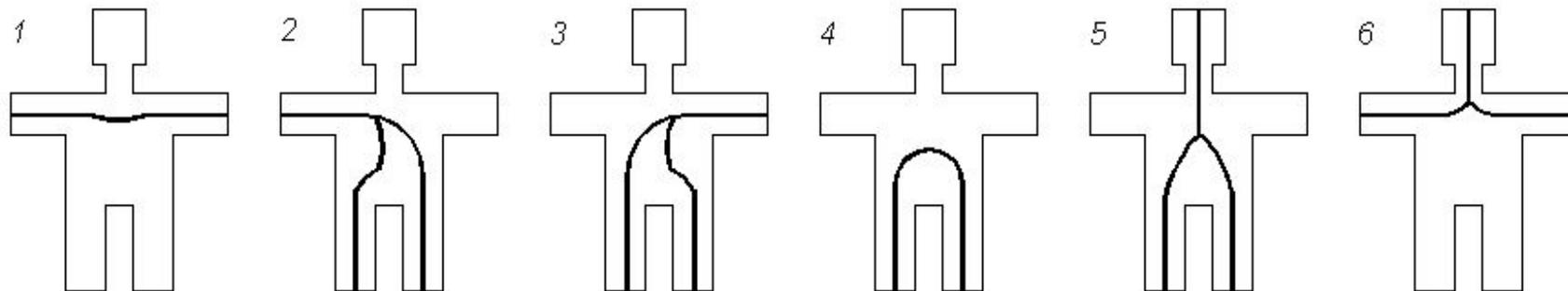


Рис. 5.44

Наиболее распространенные пути тока в теле человека (петли тока):

1 – рука – рука; 2 – правая рука – ноги; 3 – левая рука – ноги; 4 – нога – нога; 5 – голова – ноги; 6 – голова – руки

Таблица 5.34 Характеристика наиболее распространенных путей тока в теле человека

Пути тока	Частота возникновения пути тока, %	Доля потерявших сознание во время воздействия тока, %	Значение тока, проходящего через область сердца, % общего тока, проходящего через тело
Рука – рука	40	83	3,3
Правая рука – ноги	20	87	6,7
Левая рука – ноги	17	80	3,7
Нога – нога	6	15	0,4
Голова – ноги	5	88	6,8
Голова – руки	4	92	7,0

Схемы включения человека в электрическую цепь могут быть различными

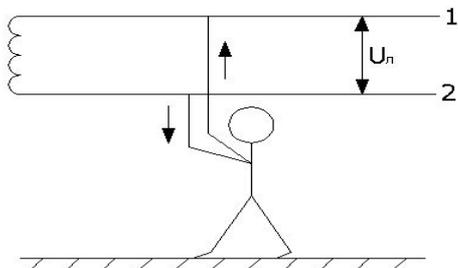


Рис. 5.45  
Двухполюсное прикосновение

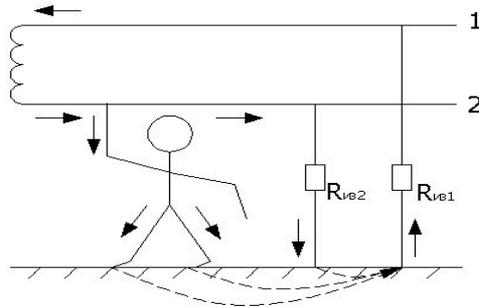


Рис. 5.46 Однополюсное

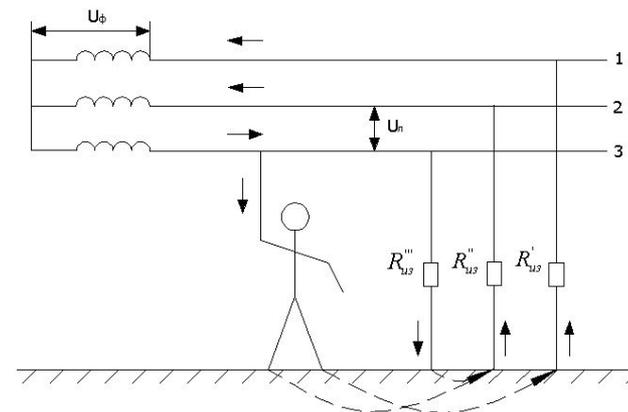


Рис. 5.47  
Прикосновение человека к одной фазе трехфазной сети с изолированной нейтралью

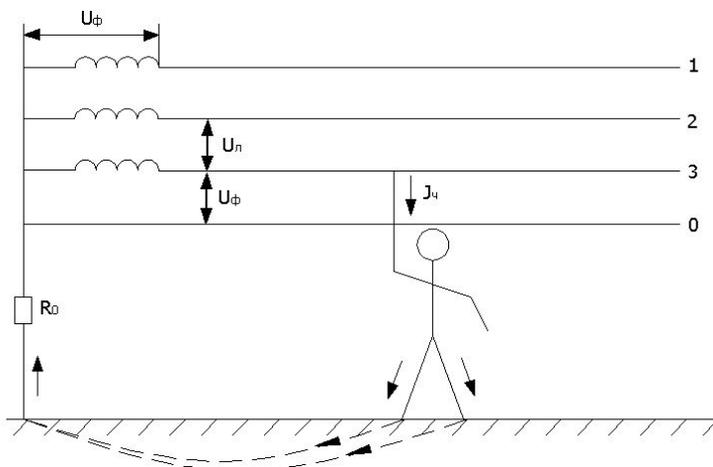


Рис. 5.48  
Прикосновение человека к одной фазе трехфазной сети с заземленной нейтралью

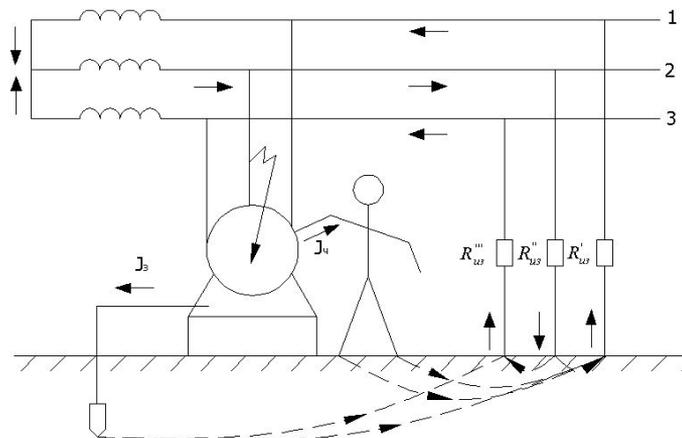


Рис. 5.49  
Схема замыкания на корпус в сетях трехфазного тока с изолированной нейтралью при заземленном электрооборудовании

## Заземление, зануление и защитное отключение

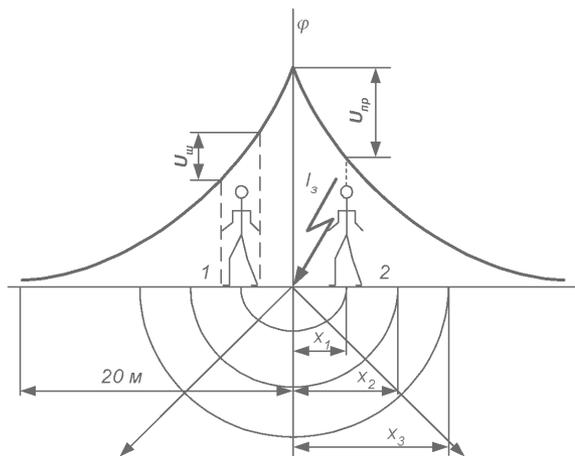


Рис. 5.50

Распределение потенциалов вокруг одиночного заземлителя в зоне растекания тока при замыкании на

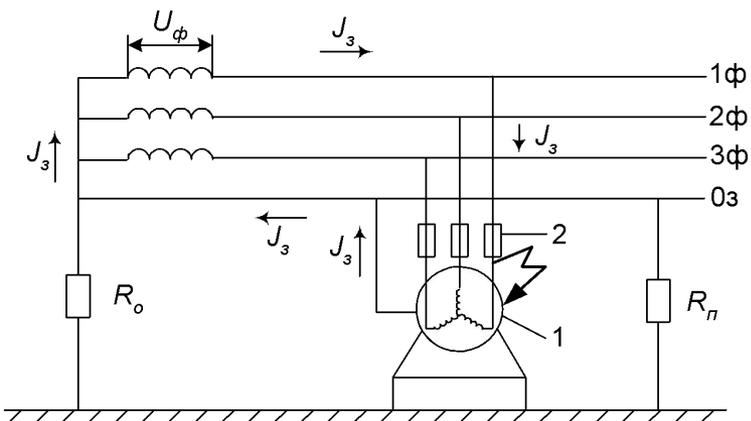
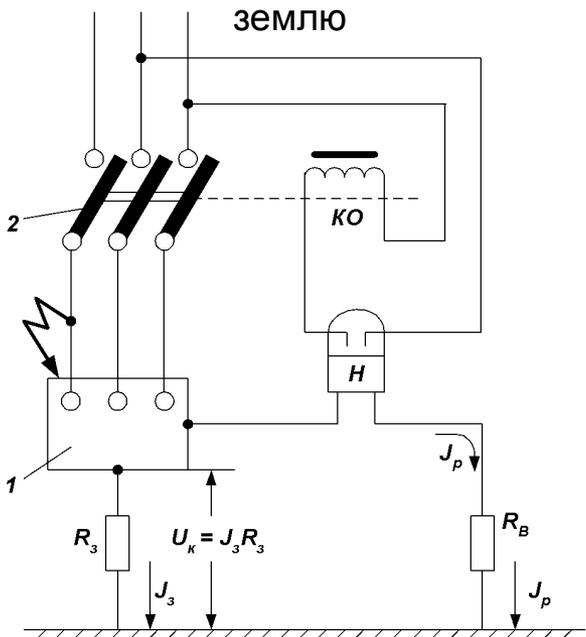


Рис. 5.51

Принципиальная схема зануления:  
1 – корпус электрооборудования; 2 – плавкие предохранители; 1ф, 2ф, 3ф – фазные провода; 0з – нулевой защитный провод;

Рис. 5.52

Принципиальная схема устройства защитного отключения, реагирующего на напряжение корпуса относительно земли:

1 – корпус; 2 – автоматический выключатель; КО – отключающаяся катушка; Н – реле напряжения максимальное;  $R_3$  – сопротивление защитного заземления;  $R_B$  – сопротивление вспомогательного заземления;  $J_p$  – ток реле.

# Охрана труда



Рис. 6.1

Задачи управления по обеспечению безопасности труда на рабочем месте

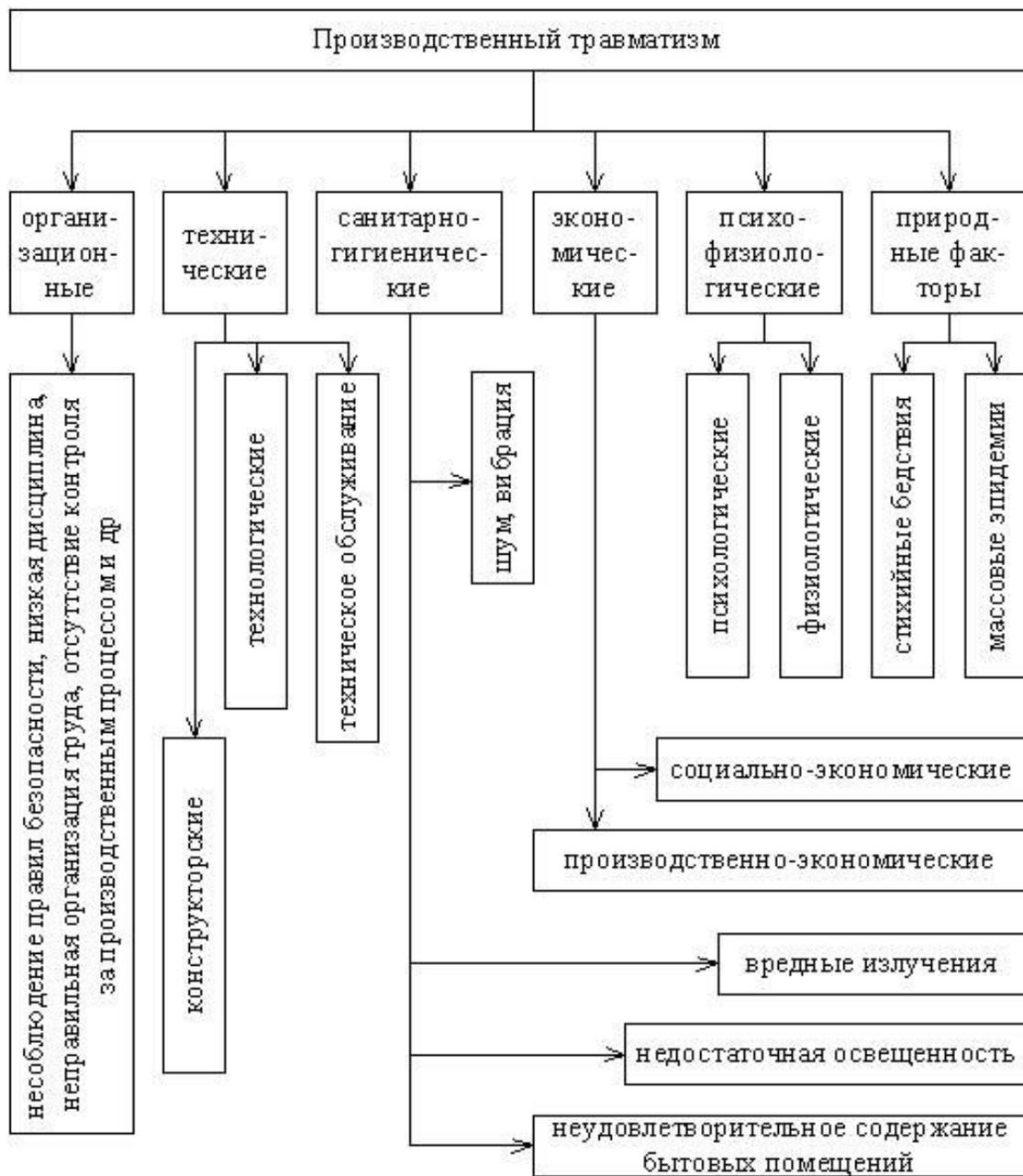


Рис. 6.2  
Причины производственного травматизма

## Вредные производственные факторы

ГОСТ 12.1.007: по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

1-й - вещества чрезвычайно опасные;

2-й - вещества высокоопасные;

3-й - вещества умеренно опасные;

4-й - вещества малоопасные.

Таблица 6.1 Класс опасности вредных веществ

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Менее 0,1	0,1...1,0	1,1...10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15...150	151...5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100...500	501...2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	Менее 500	500...5000	5001...50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300...30	29...3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0...18,0	18,1...54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0...5,0	4,9...2,5	Менее 2,5

## Защита от шума, вибрации и ультразвука

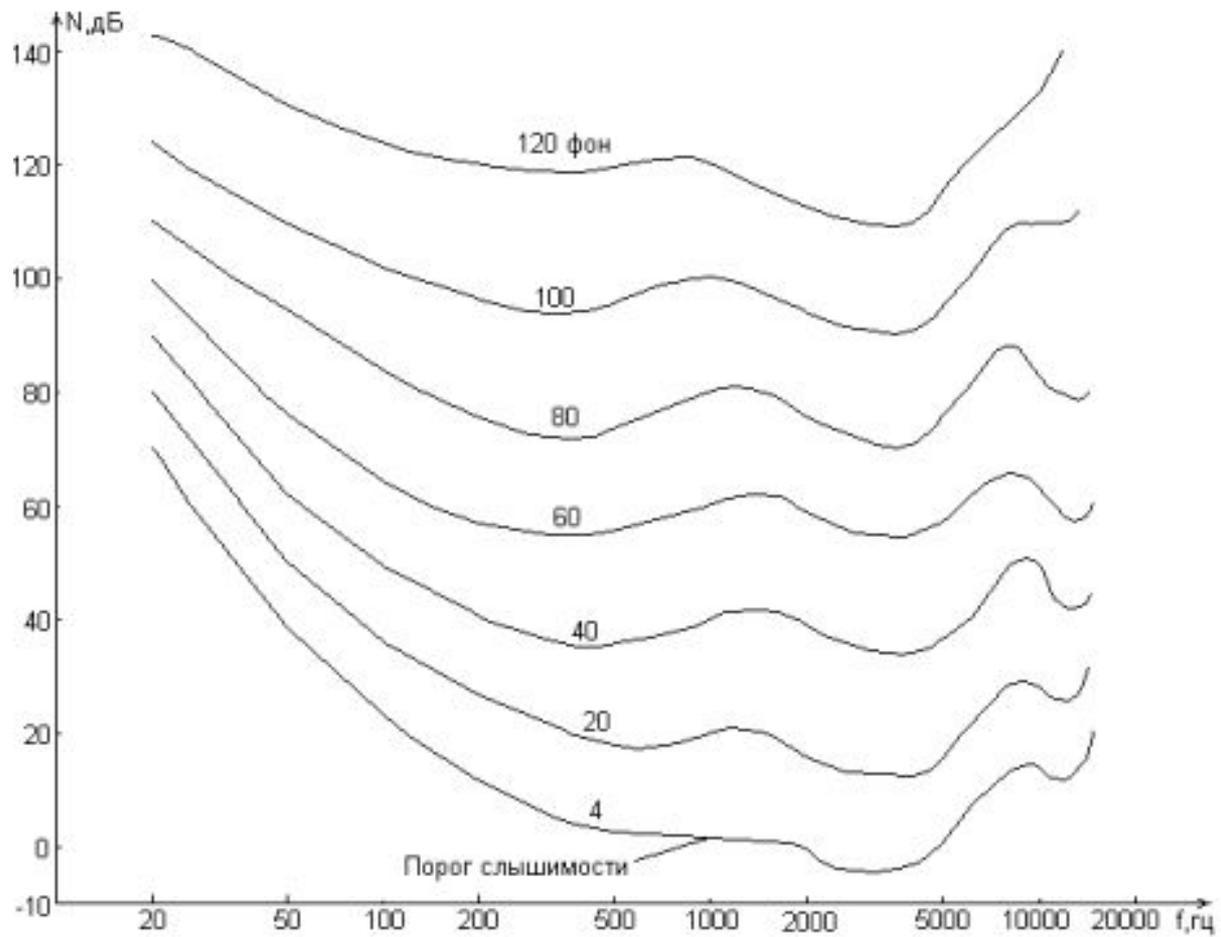


Рис. 6.3  
Кривые равной громкости

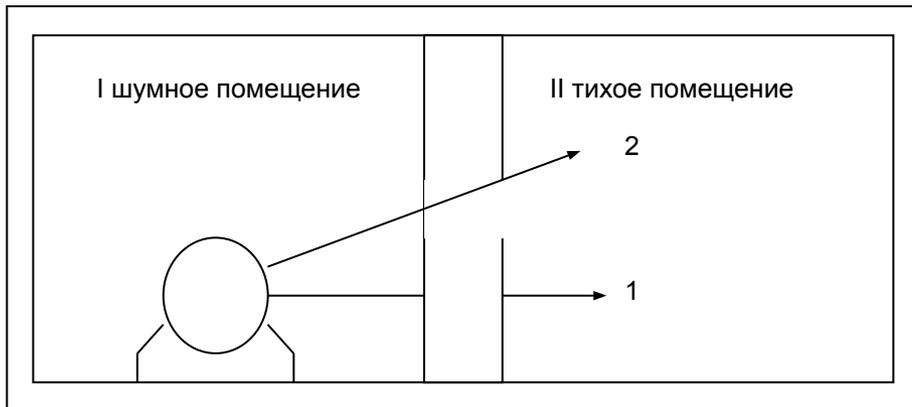


Рис. 6.4  
Проникновение шума в помещении

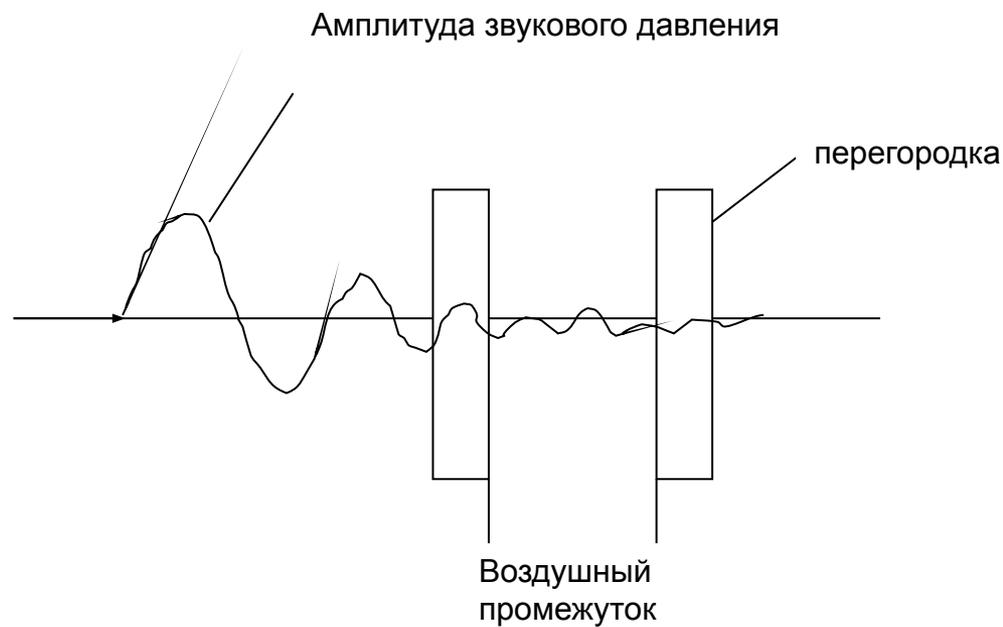


Рис. 6.5  
Звукоизоляция многослойных  
ограждений

# Вибрация. Действие на организм человека. Защита от вибрации

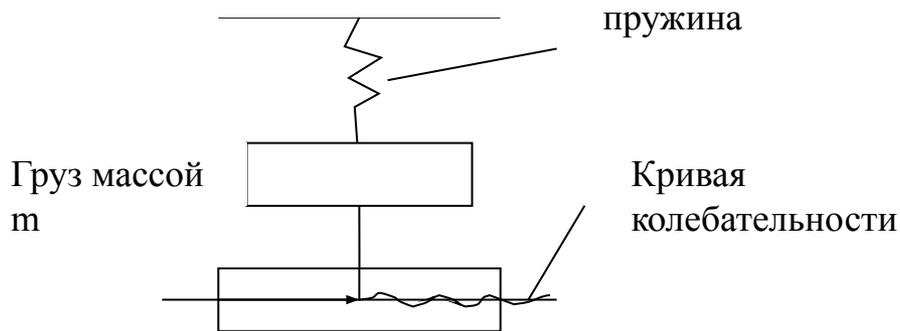


Рис. 6.6  
Простейшая колебательная система

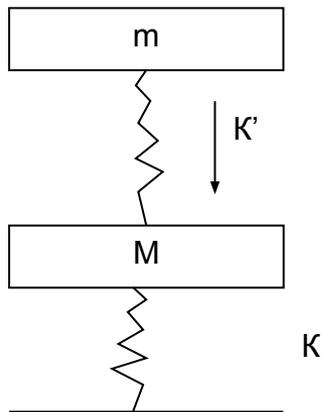


Рис. 6.8  
Виброгашение:  $K'$  – упругий элемент жесткостью

$P_0 \cdot \sin \omega t$ , упругий элемент жесткостью  $K$ ,  $M$  – масса механизма,  $m$  – масса виброгасителя.

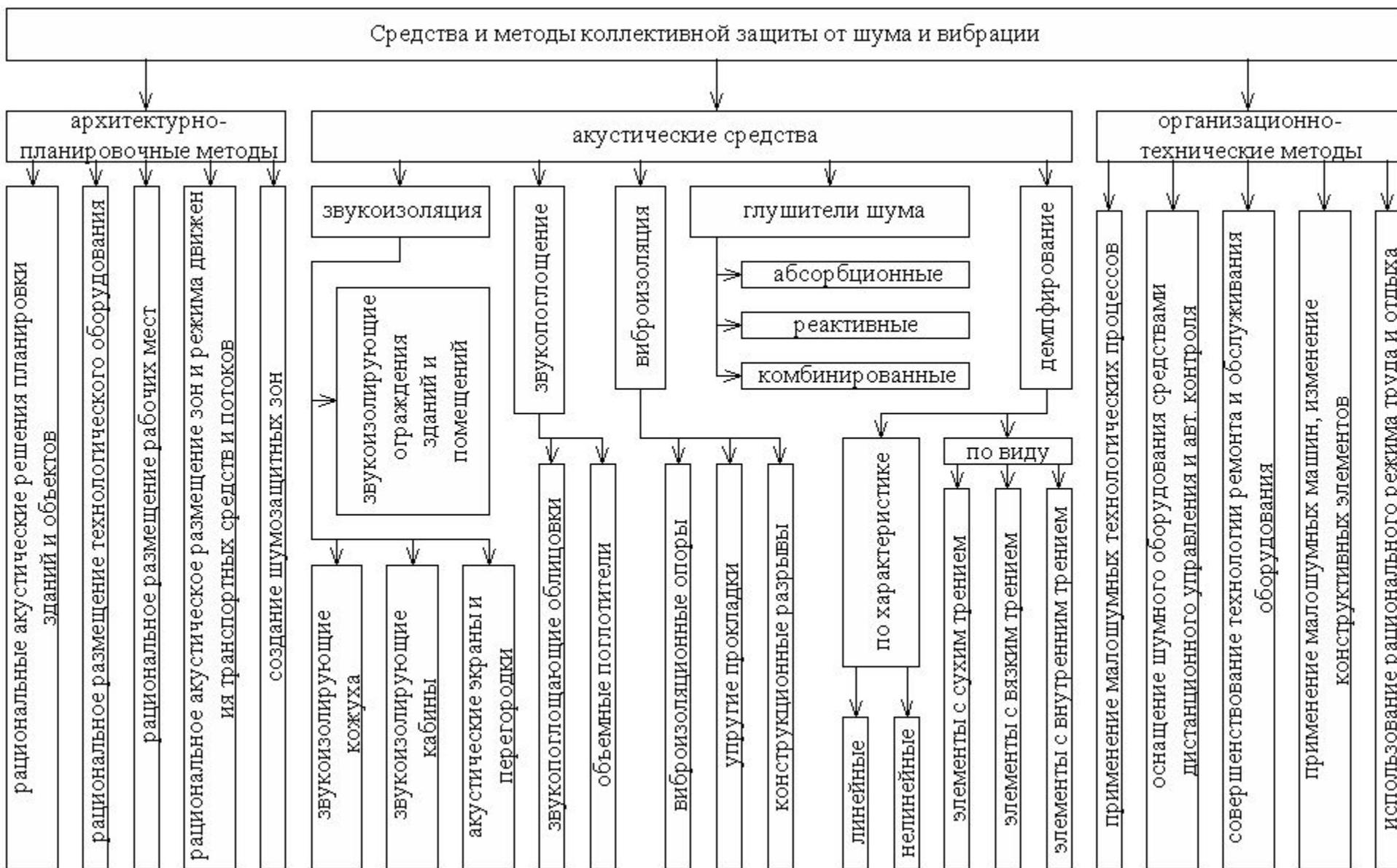


Рис. 6.9

Классификация методов и средств коллективной защиты от шума и вибрации

# Основы экологии и рационального природопользования

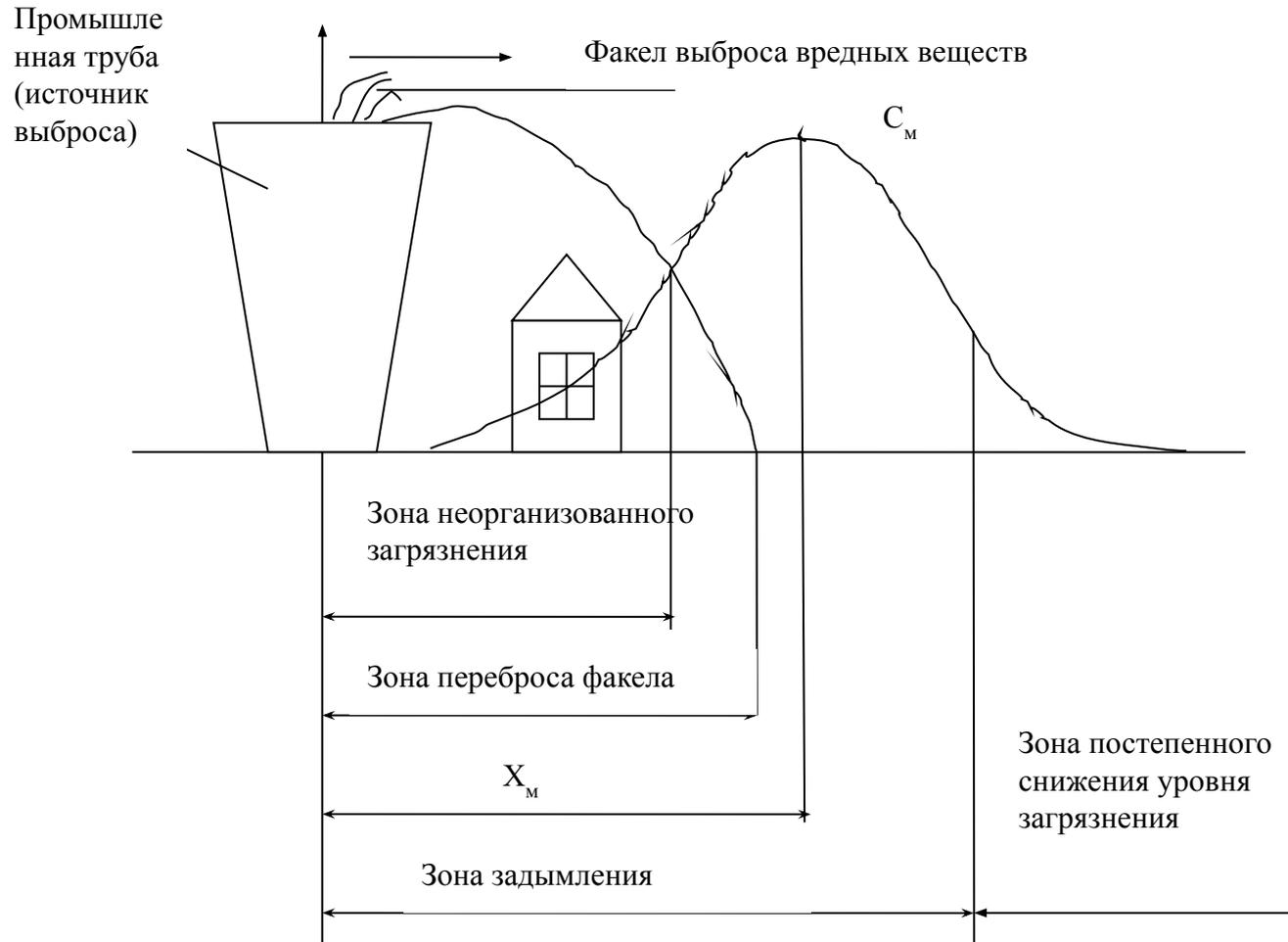
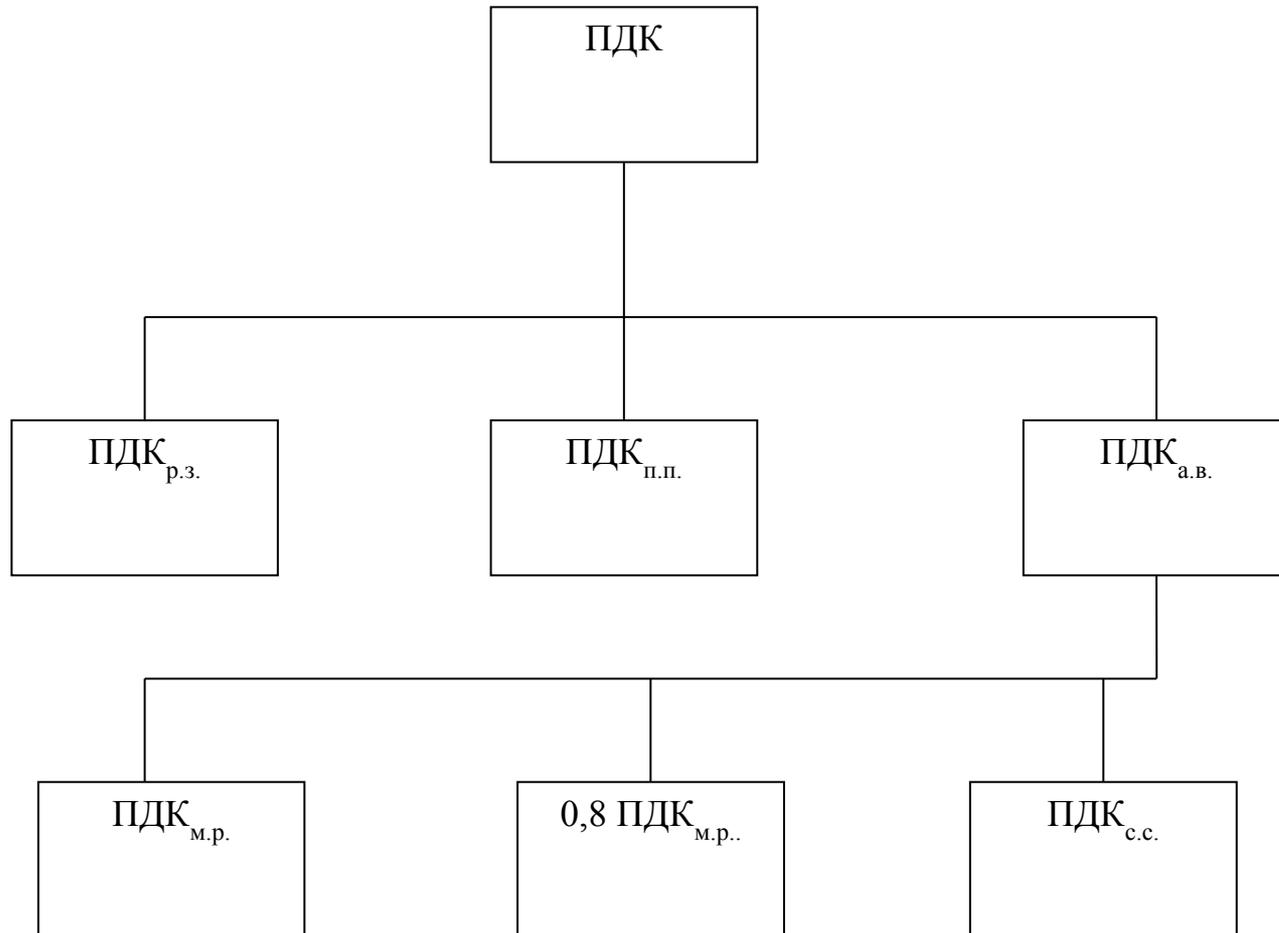


Рис. 1.1 Распространение загрязнения от источника выброса

# Классификация предельно-допустимых концентрации



Пылеулавливание

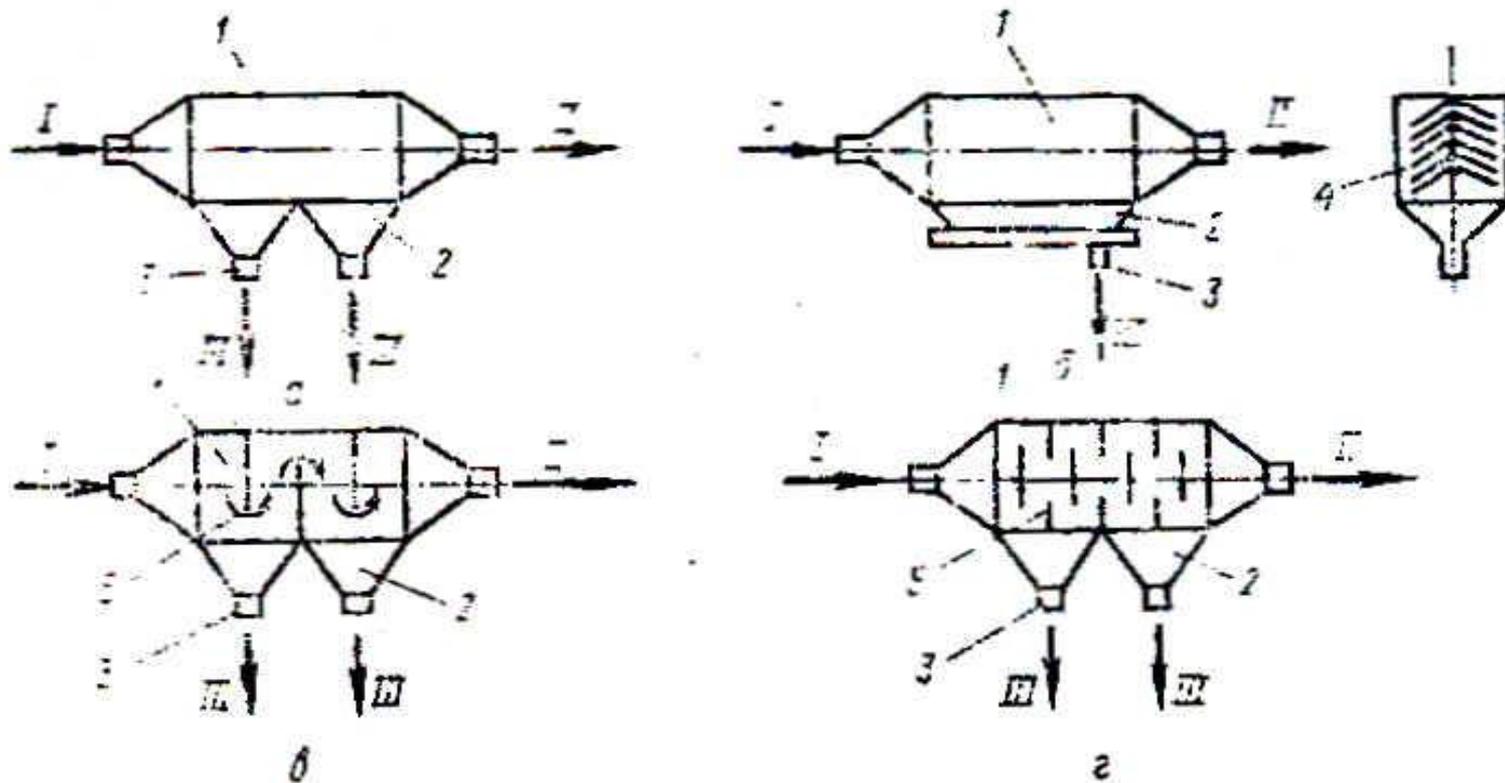


Рис. 1.2 Пылеосадительные камеры:

а) – полая; б) с горизонтальными полками; в, г) – с вертикальными перегородками; I – запыленный газ; II – очищенный газ; III – пыль; 1 – корпус; 2 – бункер; 3 – штуцер для удаления; 4 – полки; 5 – перегородки.

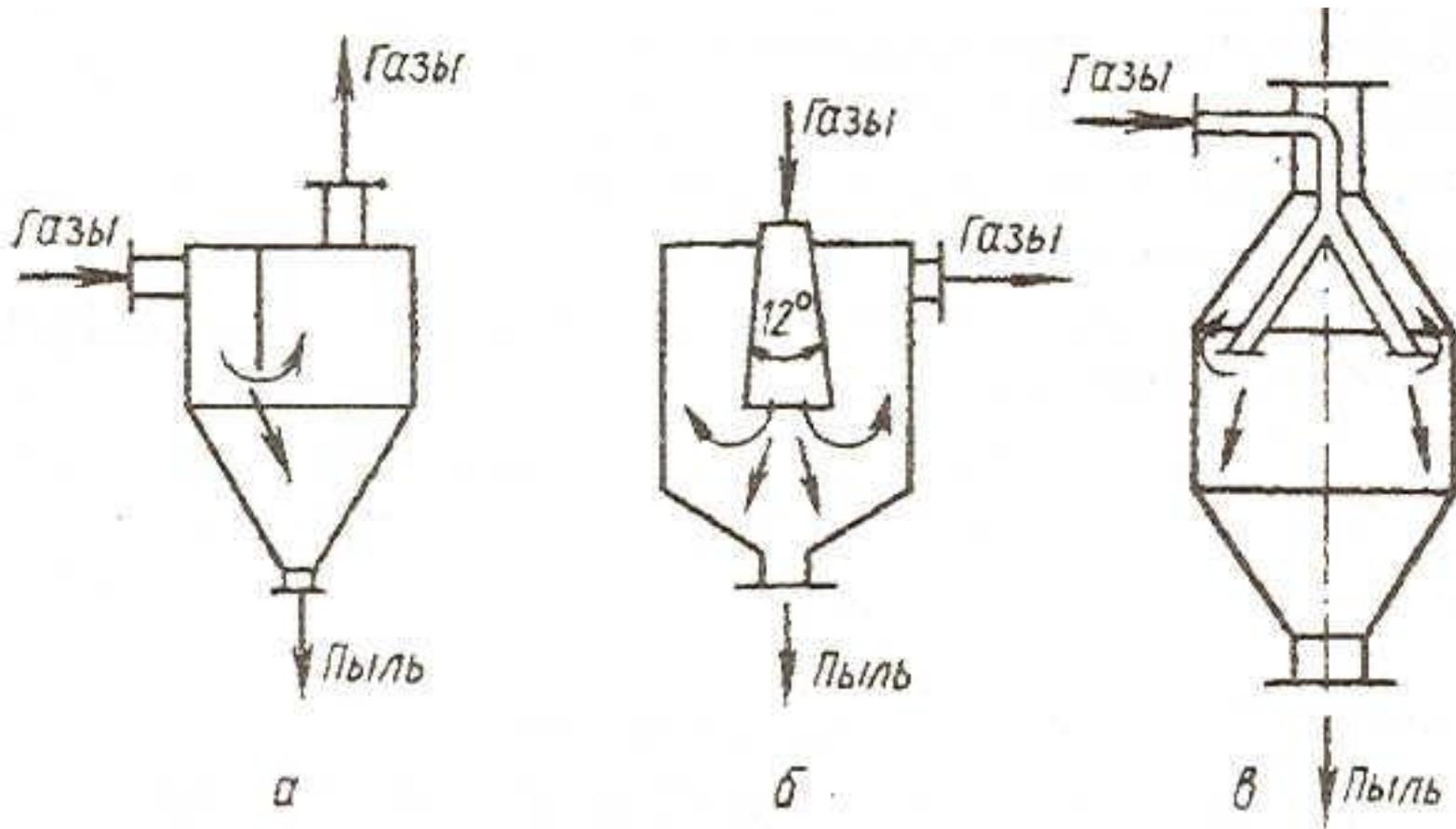


Рис. 1.3 Инерционные пылеуловители с различными способами подачи и распределения газового потока: а – камера с перегородкой; б – камера с расширяющимся конусом; в – камера с заглубленным бункером

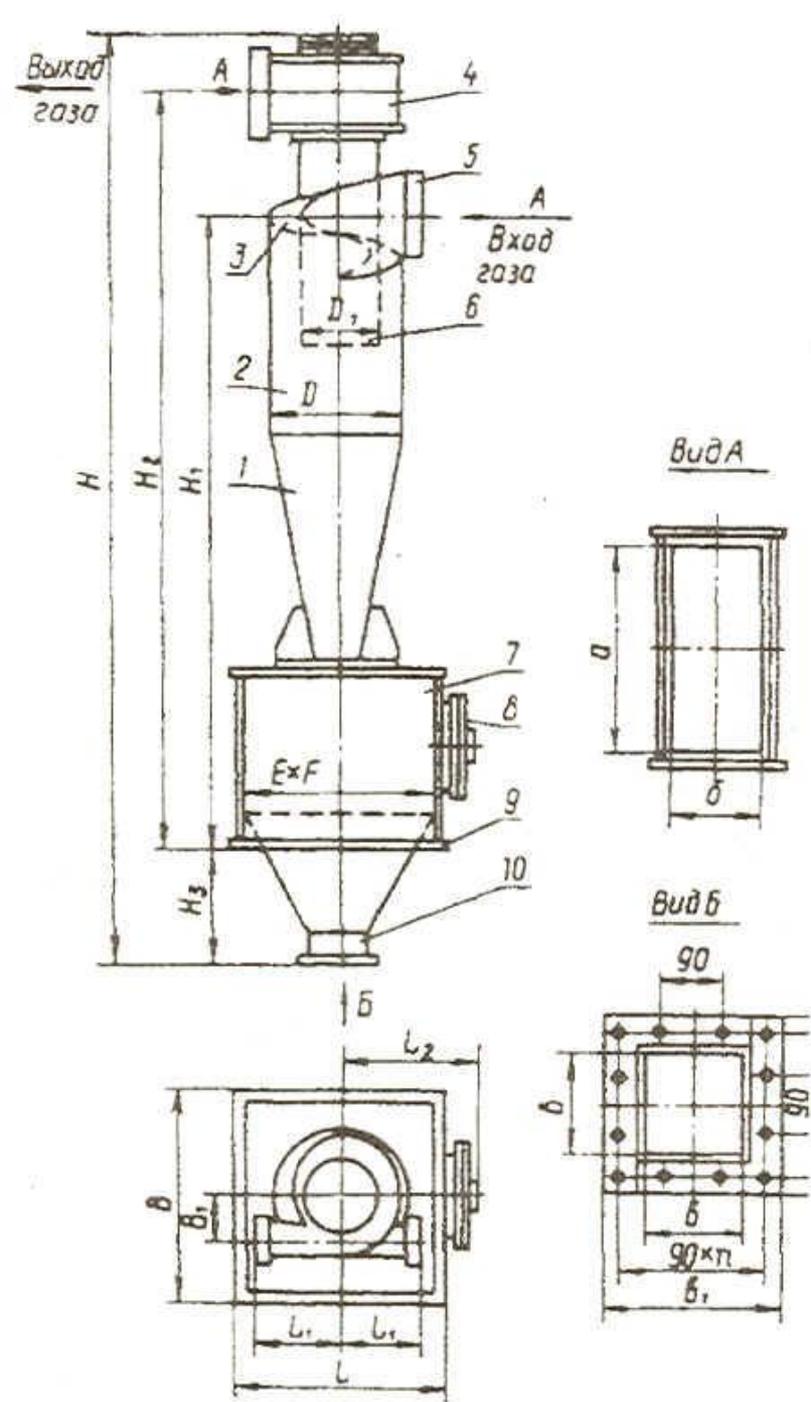


Рис. 1.4 Циклон типа ЦН-15П: 1 – коническая часть циклона; 2 – цилиндрическая часть циклона; 3 – винтообразная крышка; 4 – камера очищенного газа; 5 – патрубок входа запыленного газа; 6 – выхлопная труба; 7 – бункер; 8 – люк; 9 – опорный пояс; 10 – пылевывпускное отверстие.

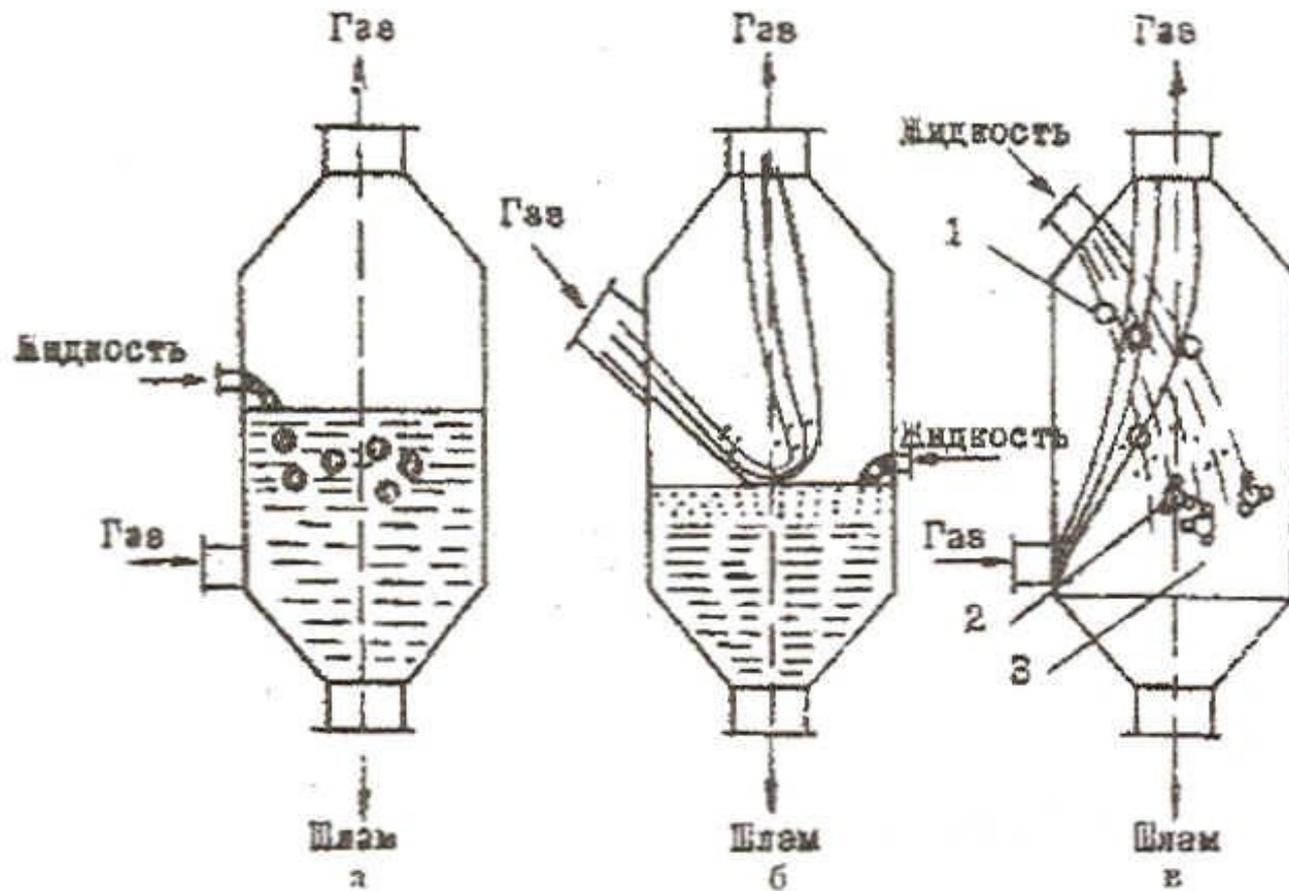
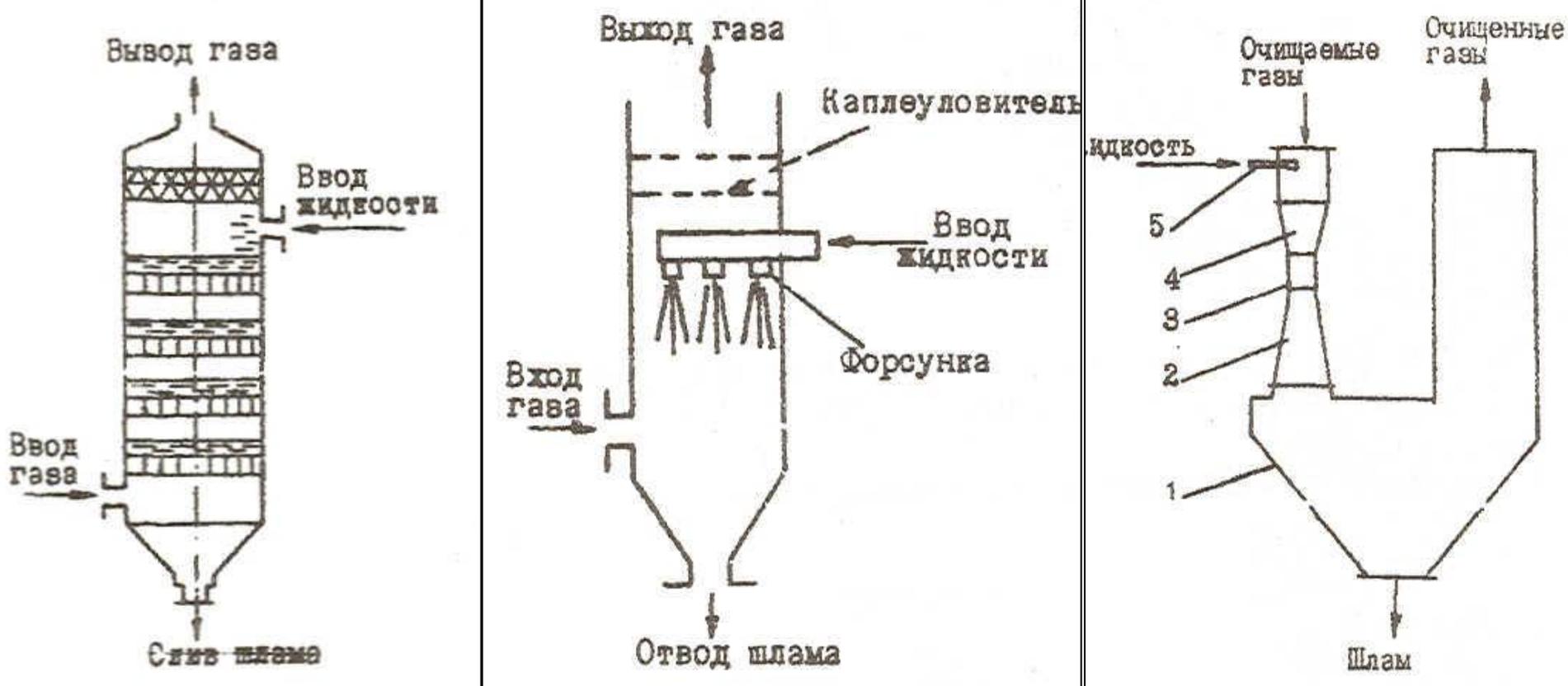


Рис. 1.5 Схемы способов мокрого пылеулавливания: а – в объеме жидкости; б – пленками жидкости; в – распыленной жидкостью; 1 – пузырьки газа; 2 – капли жидкости; 3 – твердые частицы.



а)

1 – каплеуловитель; 2 - тарелка

б)

в)

1 – каплеуловитель; 2 –  
диффузор; 3 – горловина; 4 –  
конфузор; 5 – устройство  
для подачи воды

Рис. 1.6 Скрубберы

а – тарельчатый скруббер; б – полый форсуночный скруббер; в – скруббер Вентури

Выход газа

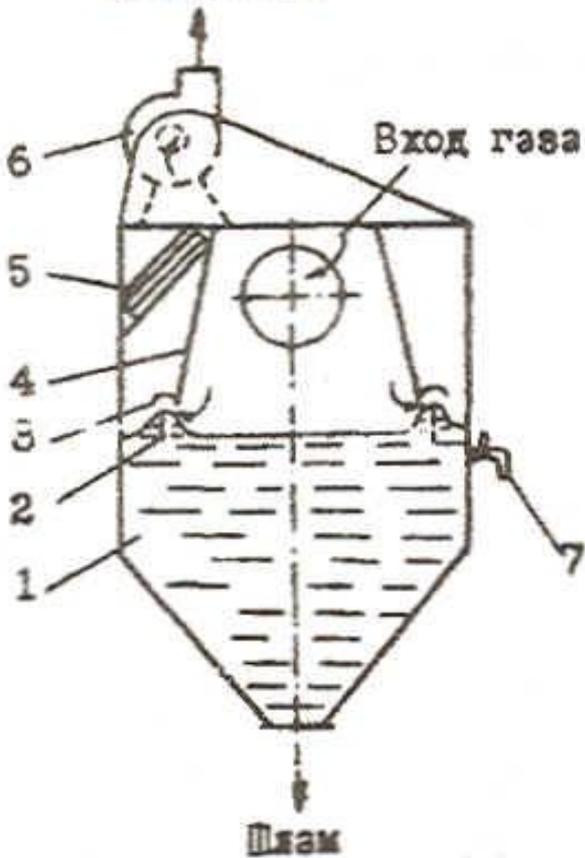


Рис. 1.7 Пылеуловитель ПВМ: 1 – корпус; 2, 4 – перегородки; 3 – водоотбойник; 5 – каплеуловитель; 6 – вентиляционный агрегат; 7 – устройство для регулирования уровня воды.

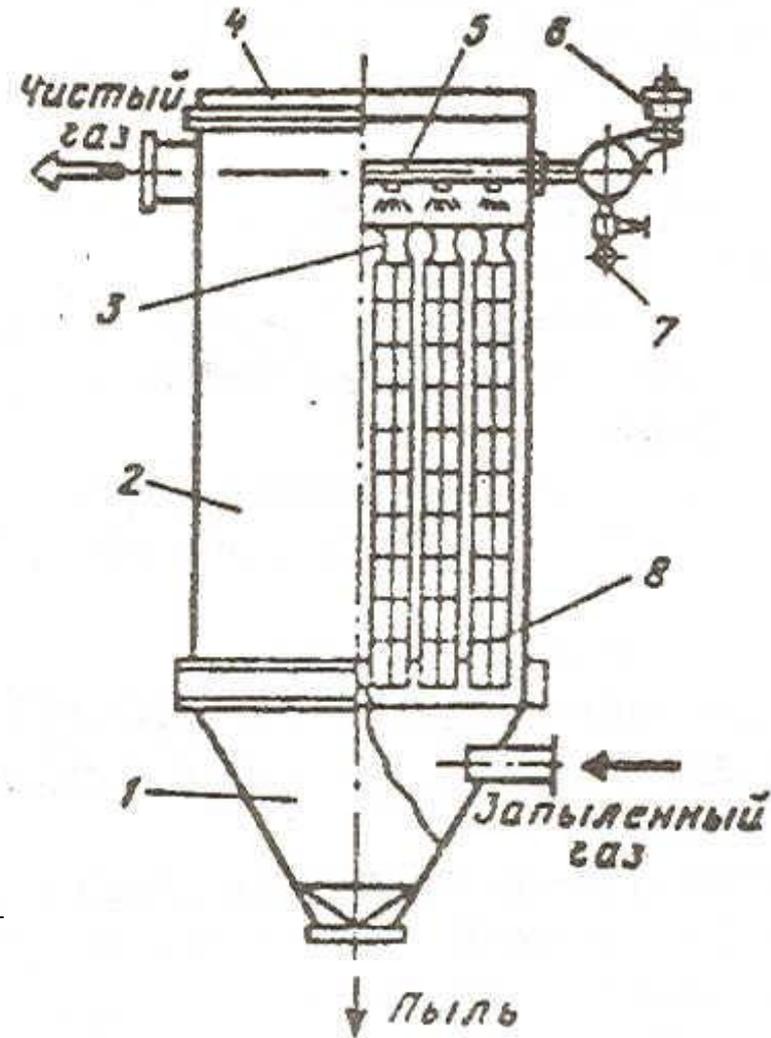


Рис. 1.8 Рукавный фильтр: 1 – бункер; 2 – корпус; 3 – диффузор-сопло; 4 – крышка; 5 – труба раздающая; 6 – секция клапанов; 7 – коллектор сжатого воздуха; 8 – секция рукавов.

Рис. 1.9 Двухступенчатый электрофильтр горизонтального потока

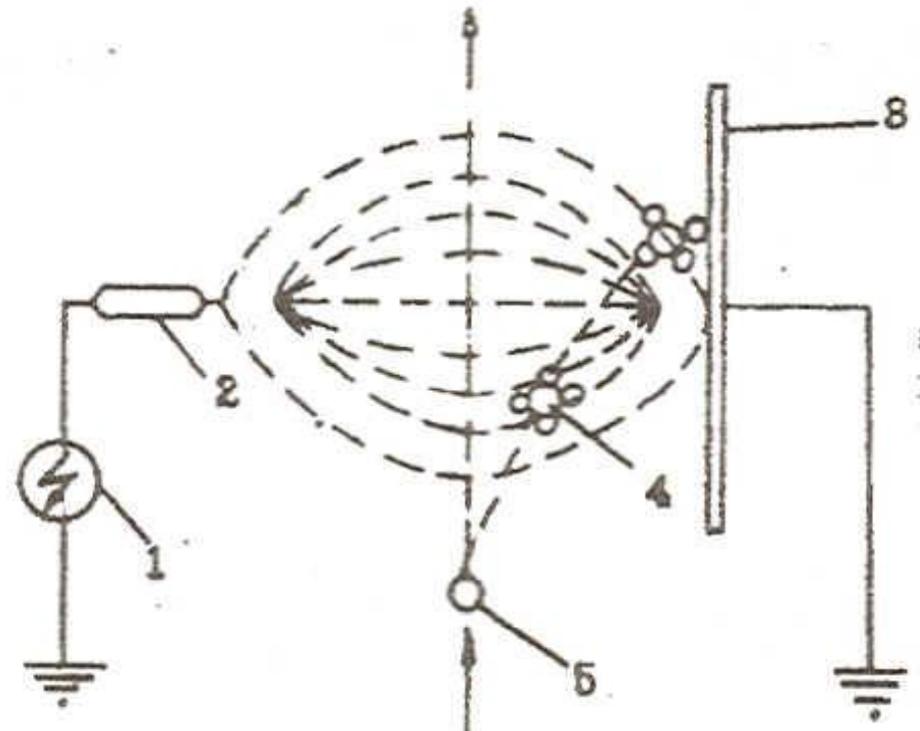
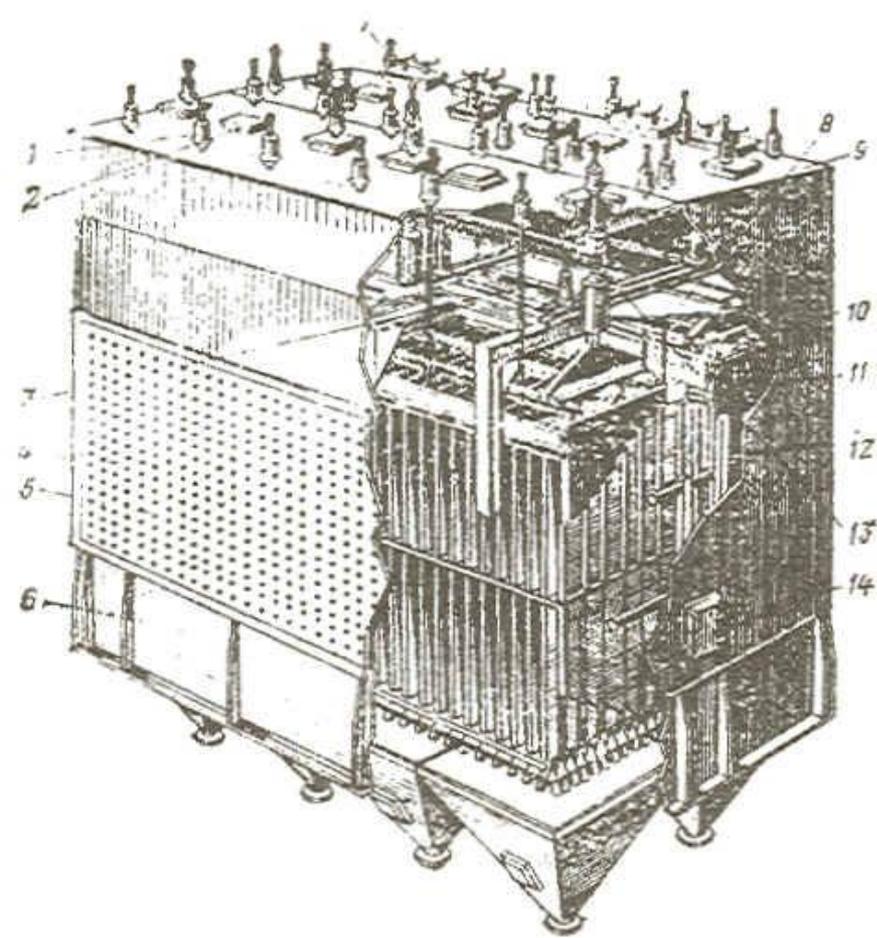


Рис. 1.10 Схема электрического осаждения пыли: 1 – источник электропитания; 2 – коронирующий электрод; 3 – осадительный электрод; 4 – ион газа; 5 – частица пыли.

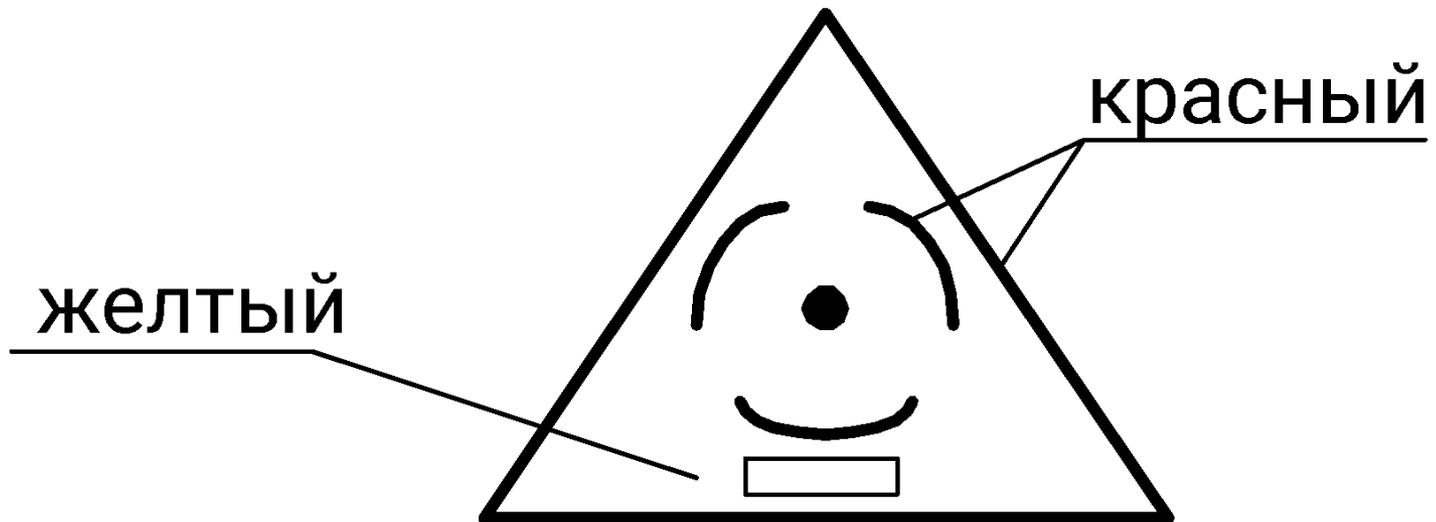
# Электромагнитные поля и излучения. Защита от излучений

Таблица 1.1 Допустимые нормы облучения в диапазоне радиочастот

E, электрическая составляющая, В/м			H, магнитная составляющая, А/м		
ВЧ	0,06 – 3 МГц	50	ВЧ	0,06 – 1,5 МГц	5
	3 – 30 МГц	20			
УВЧ	30 – 50 МГц	10	УВЧ	30 – 50 МГц	0,3
	50 – 300 МГц	5			

## Ионизирующие излучения (ИИ). Защита от ИИ

Знак радиационной опасности представляет из себя треугольник, форма и размеры которого должны соответствовать стандарту, выполненному в должном цвете, и иметь место для надписи.



# Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях

## Устойчивость работы инженерного объекта

Коэффициенты, учитывающие конструкцию здания

$K_{\text{зданий}}$		$K_p$				$K_K$		
промышленное	Офисно-административное	полное	сильное	среднее	слабое	бескаркасная	каркасная	Монолитный железобетон
14	23	1	0,87	0,56	0,35	1	2	3,5

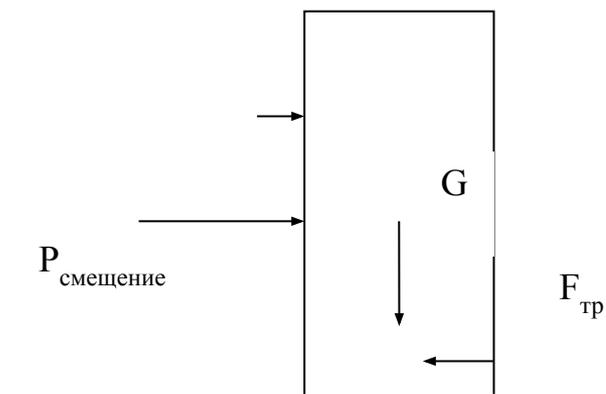
$K_M$				$K_B$		
кирпичная	деревянная	Железобетонная слабо армированная	Железобетонная нормально армированная	< 5 м	5...15 м	> 15 м
1,5	1	2	3	1	0,85	0,8

$K_C$		$K_{KP}$				
Не сейсмостойкая	сейсмостойкая	10 т	20 т	40 т	60 т	100 т
1	1,5	1,05	1,1	1,2	1,3	1,45

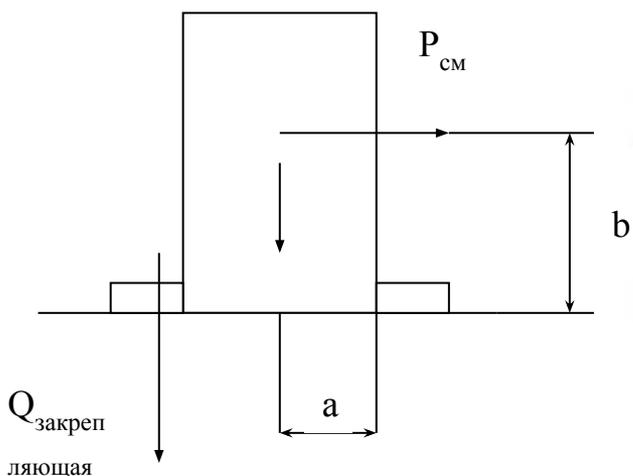
# Оценка устойчивости технологического оборудования воздействию ударной волны

## Коэффициенты аэродинамического сопротивления $C_x$ для объектов различной формы (при $P_{\phi} < 50$ кПа)

Геометрическая форма объекта	Направление движения воздуха	$C_x$	
Параллелепипед	Перпендикулярно основанию	0,85	
То же (основание – квадрат, длина боковой стороны в 3 раза больше меньшей стороны основания)	Перпендикулярно боковой грани	1,3	
Куб	Перпендикулярно грани	1,5	
Пластина квадратная	Перпендикулярно пластине	1,45	
Диск	Перпендикулярно диску	1,6	
Цилиндр $h/d = 1$	Перпендикулярно оси цилиндра	0,4	
$h/d = 4$		– " –	0,43
$h/d = 9$		– " –	0,46
Сфера	Вдоль поверхности	0,25	
Полусфера	Параллельно плоскости основания	0,3	
Пирамида	Параллельно основанию	1,1	



Смещение



Опрокидывание