

Безопасность жизнедеятельности

Электронный курс лекций

Глава 2

**Опасности, угрожающие человеку.
Средства защиты**

2.1. Микроклимат

Микроклимат оценивают сочетанием четырёх факторов:

1. Температура воздуха $t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$.
2. Скорость движения воздуха $V_{\text{в}}, \text{м/с}$.
3. Относительная влажность $\varphi, \%$.
4. Радиационная температура излучающих стен $t_{\text{рад}}, ^\circ\text{C}$.

Организм человека постоянно находится в состоянии теплообмена с окружающей средой.

Вследствие белкового, углеводного и жирового обмена в организме вырабатывается тепло (теплопродукция) $Q_{\text{т}}$, количество которого зависит от рода деятельности и интенсивности выполняемой работы. Это тепло для спокойного состояния человека составляет 80 - 100 Вт.

Отдача тепла от тела человека

Теплопродукция организма отдаётся в окружающую среду посредством **конвекции**, **излучением** тепла и **испарением** влаги с поверхности кожи.

Тепло, передающееся **конвекцией** Q_k (Вт) определяется:

$$Q_k = \alpha F (t_m - t_v),$$

где α - коэффициент теплоотдачи, который зависит от скорости движения воздуха, Вт/(м²*град.); F - площадь поверхности тела, м²; t_m , t_v - температура тела и воздуха.

Конвективная отдача тепла зависит от скорости движения и температуры воздуха.

Отдача тепла **излучением** $Q_{\text{изл.}}$ (Вт) происходит, если температура тела больше температуры стен.

Отдача тепла от тела человека (продолжение)

Теплоотдача за счёт **испарения** влаги $Q_{\text{исп.}}$ (Вт) с поверхности кожи зависит от влажности воздуха, а для открытых участков тела ещё и от скорости его движения.

Абсолютная влажность воздуха (A , г/кг) - это количество водяного пара, содержащегося в 1кг воздуха при данной температуре и давлении.

Максимальная влажность (F , г/кг) - это количество водяного пара, которое может содержаться в 1кг воздухе при тех же условиях.

Относительная влажность φ определяется:

$$\varphi = \frac{A}{F} 100, \%$$

Уравнение теплового комфорта

Нормальные для определённого вида деятельности теплоощущения человека характеризуются уравнением теплового комфорта:

$$Q_T = Q_K + Q_{\text{изл.}} + Q_{\text{исп.}}$$

В организме человека имеется психофизиологическая система **терморегуляции**, позволяющая ему адаптироваться к изменениям климатических факторов и поддерживать нормальную постоянную температуру тела. Терморегуляция осуществляется двумя процессами: выработкой тепла и теплоотдачей, течение которых регулируется **ЦНС**. При нарушении этого уравнения возможно ухудшение самочувствия, переохлаждение или перегрев организма.

Гипотермия

Гипотермия (переохлаждение) начинается, когда теплопотери становятся больше теплопродукции организма, а система терморегуляции не справляется с этими изменениями.

$$(Q_k + Q_{изл.} + Q_{исп.}) > Q_m$$

Нарушается кровоснабжение, что вызывает такие простудные заболевания, как невриты, радикулиты, заболевания верхних дыхательных путей.

В результате гипотермии наблюдается отклонение от нормального поведения, а затем апатия, усталость, ложное ощущение благополучия, замедленные движения, угнетение психики, а в тяжёлых случаях - потеря сознания и летальный исход.

Гипертермия

Гипертермия (перегрев) наблюдается при нарушении уравнения теплового комфорта, когда внешняя теплота $Q_{в.т}$ суммируется с теплопродукцией организма, и эта сумма превышает величину теплопотерь.

$$(Q_m + Q_{в.т}) > (Q_k + Q_{изл.} + Q_{исп.})$$

При гипертермии возникает головная боль, учащённый пульс, снижение артериального давления, поверхностное дыхание, тошнота. При тяжёлом поражении возможна потеря сознания. Эти симптомы характерны для теплового и для солнечного удара.

Повышенная влажность воздуха более 75% ускоряет развитие гипертермии и гипотермии.

Нормирование микроклимата

Климатические факторы действуют на человека комплексно. В то же время установлены комфортные значения для каждого фактора:

Температура воздуха 20 - 23 °С.

Относительная влажность 40 - 60 %.

Скорость движения воздуха для лёгкой работы 0,2 - 0,4 м/с.

Для производственных помещений факторы микроклимата (t_v , V_v , ϕ) нормируют как оптимальные и допустимые в зависимости от периода года (тёплый, холодный) и от категории работы по степени тяжести (лёгкая, средней тяжести и тяжёлая). Для судовых помещений в тёплый период года (система вентиляции) нормируют скорость движения воздуха и перепад внутренней и наружной температуры.

2.2. Улучшение микроклимата

2.2. Улучшение микроклимата

Улучшение микроклимата достигается:

В холодный период года применением теплоизолирующих материалов и систем отопления.

В тёплый период года использованием вентиляции и систем кондиционирования воздуха (СКВ).

Системы отопления делят на:

- паровые;
- водяные;
- воздушные;
- электрические;
- топливные.

Цель отопления - компенсировать потери теплоты.

Вентиляция по способу перемещения воздуха делится на:

- естественную;
- искусственную;
- смешанную.

Назначение вентиляции - это поглощение избыточной теплоты или нагревание воздуха.

СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Потери теплоты в помещении Q_{Π} складываются из потерь на ограждениях $Q_{огр.}$ и на остеклении $Q_{ост.}$. Система отопления должна иметь теплопроизводительность не меньше, чем величина теплотерь.

$$Q_n = Q_{огр.} + Q_{ост.};$$

$$Q_{огр.} = F_{огр.} K_{огр.} (t_{вн.} - t_{нар.});$$

$$Q_{ост.} = F_{ост.} K_{ост.} (t_{вн.} - t_{нар.}),$$

где $F_{огр.}$, $F_{ост.}$ - площадь ограждений и остекления, м²;

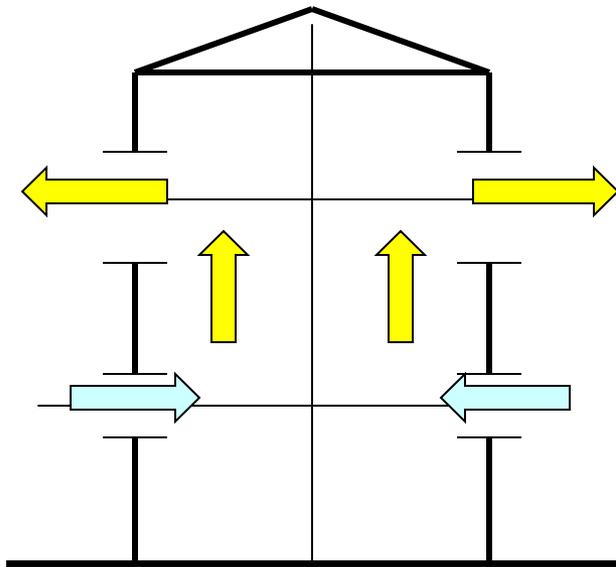
$K_{огр.}$, $K_{ост.}$ - коэффициенты теплопередачи, Вт/(м²*град.);

$t_{вн.}$, $t_{нар.}$ - температура внутреннего и наружного воздуха, °С.

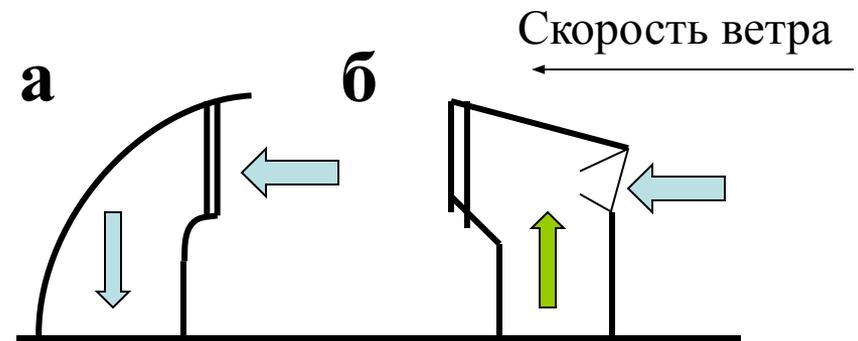
Естественная вентиляция

Естественная вентиляция осуществляется гравитационным давлением за счёт разности плотностей холодного и тёплого воздуха, а также ветровым напором.

Организованная естественная вентиляция - **аэрация**.



Естественная вентиляция дефлекторами



а - работает на приток;

б - эжекционный, работает на вытяжку

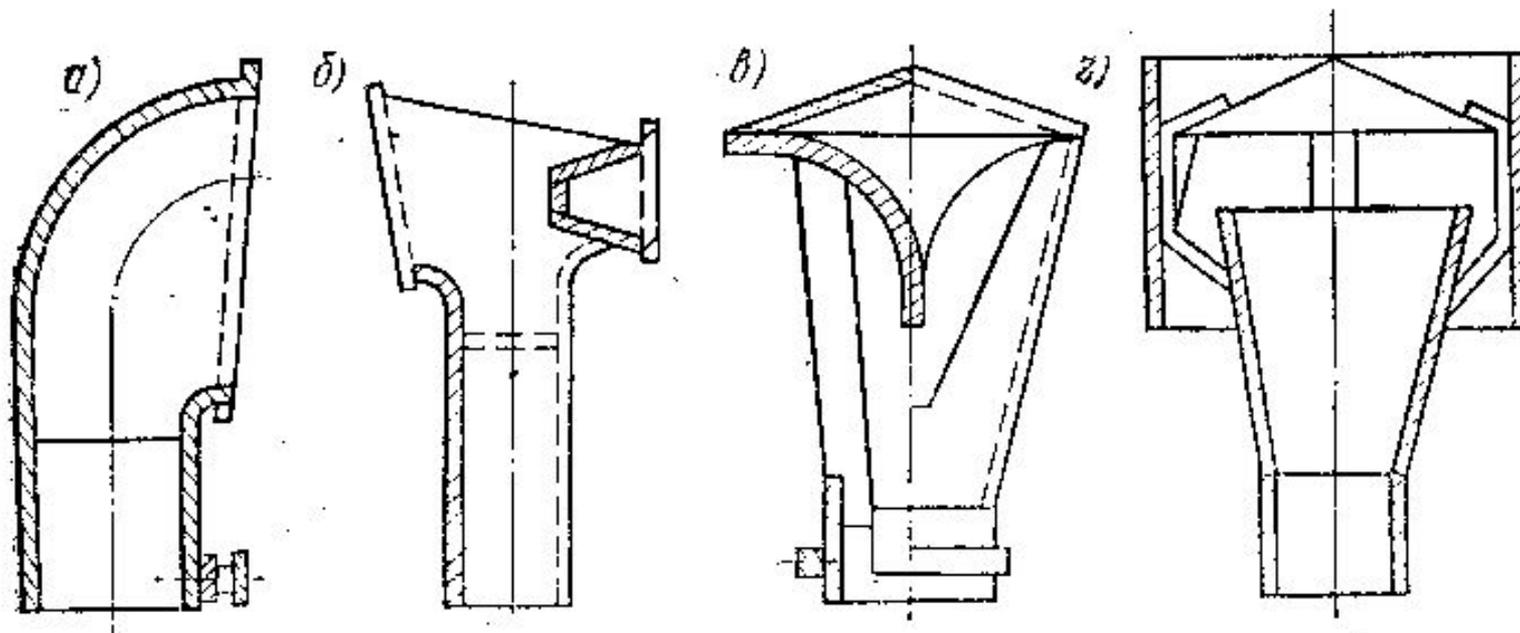


Рис. 14 Дефлекторы

а - с плавным раструбом; б - эжекционный;
в - трёхгранный; г - круглый.

Искусственная вентиляция

При искусственной вентиляции воздух подаётся осевыми или центробежными (радиальными) вентиляторами.

Вентилятор характеризуется:

Производительность
вентилятора
определяется:

Производительностью (подачей) L , м³/ч.

Развиваемым давлением p , Па.

Электрической мощностью N , квт.

$$L = 3600 F V ,$$

Коэффициентом полезного действия η .

где F - площадь сечения вентиляционного патрубка, м²;

V - скорость движения воздуха, м/с.

Осевые вентиляторы применяют, когда требуется получить значительную производительность, а центробежные - для обеспечения высокого давления.

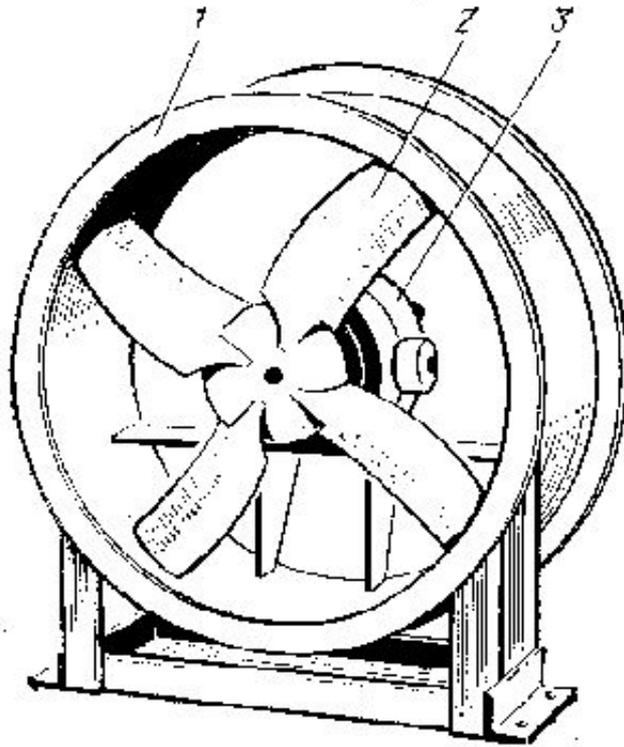


Рис. 15 Осевой вентилятор
1 - корпус; 2 - крылатка;
3 - электродвигатель.

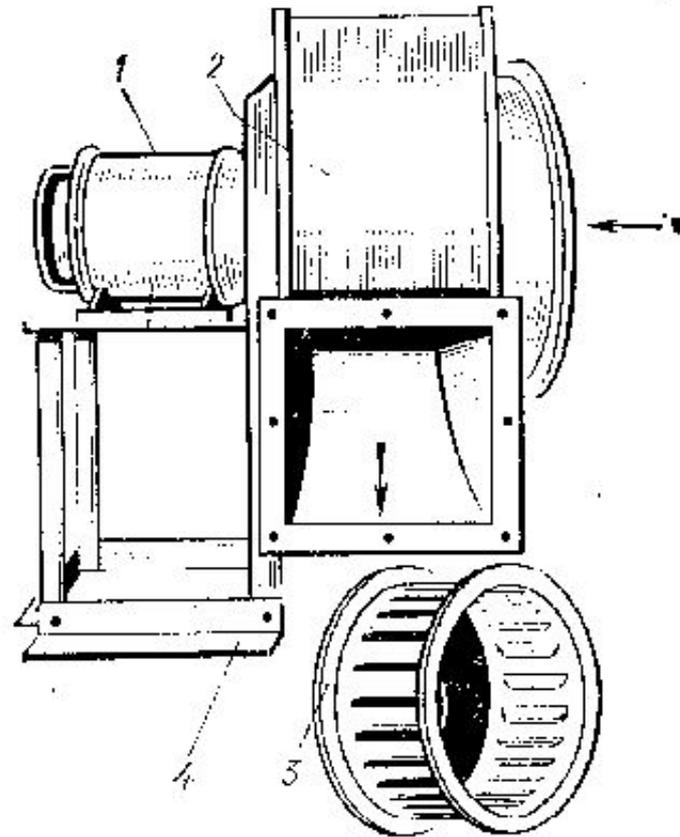


Рис. 16 Центробежный вентилятор
1 - электродвигатель; 2 - кожух;
3 - крылатка; 4 - станина.

Поглощение избыточной теплоты

$$Q_{\text{изб.}}$$

Количество воздуха L , которое надо подать в помещение для поглощения избыточной теплоты определяется:

$$L = \frac{Q_{\text{изб.}}}{C \rho (t_{\text{вн.}} - t_{\text{нар.}})},$$

где C - удельная теплоёмкость воздуха, Вт/кг*град.;

ρ - плотность воздуха, кг/м³.

Избыточная теплота определяется теплом, излучаемым от людей $Q_{\text{люд.}}$, оборудования $Q_{\text{обор.}}$, освещения $Q_{\text{осв.}}$, солнечной радиации $Q_{\text{рад.}}$, и теплом, выходящим через ограждения $Q_{\text{огр.}}$.

$$Q_{\text{изб.}} = Q_{\text{люд.}} + Q_{\text{обор.}} + Q_{\text{осв.}} + Q_{\text{рад.}} - Q_{\text{огр.}}$$

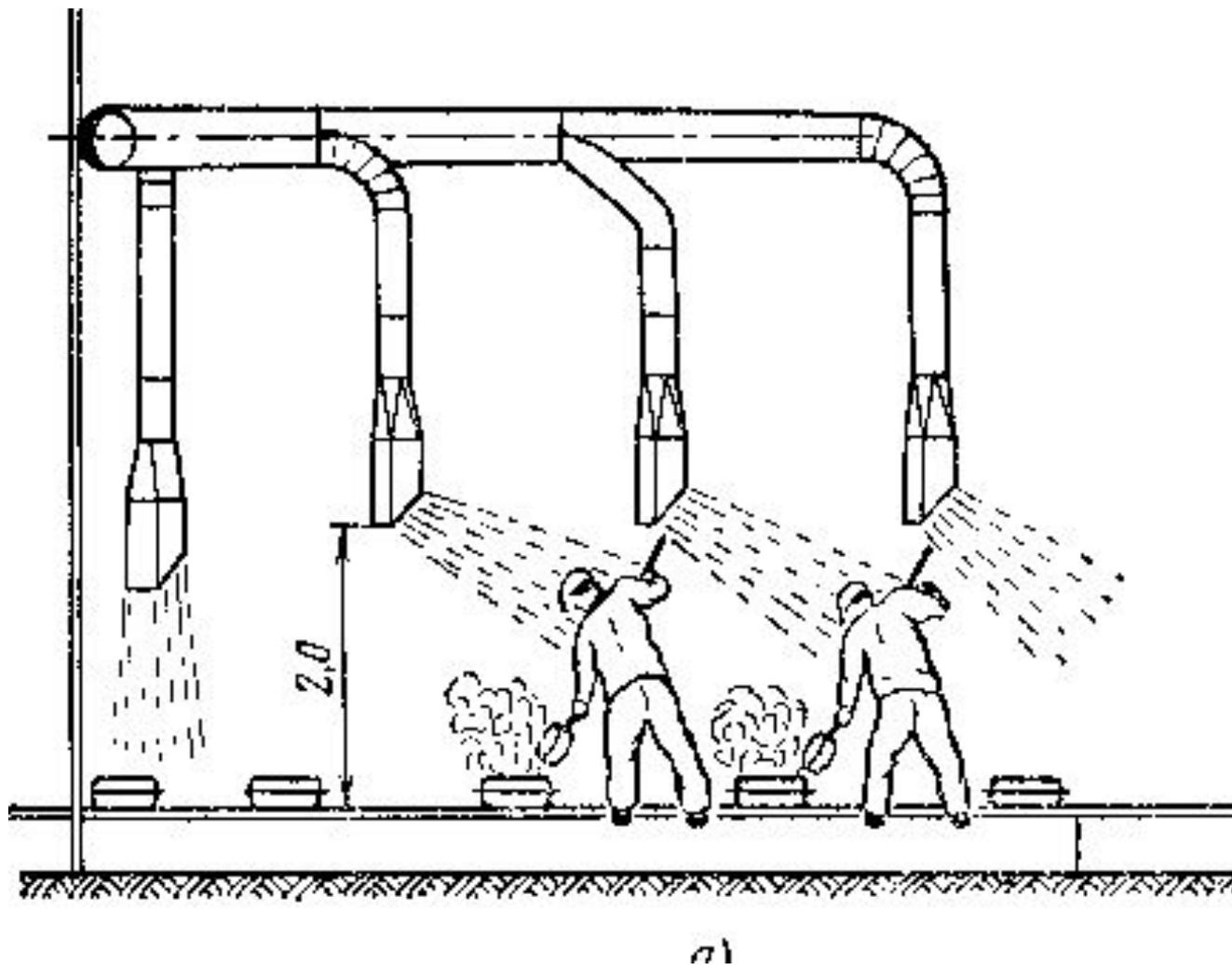


Рис. 16 Местная приточная вентиляция - воздушное душирование

Система кондиционирования воздуха (СКВ)

СКВ обеспечивает для человека оптимальный микроклимат

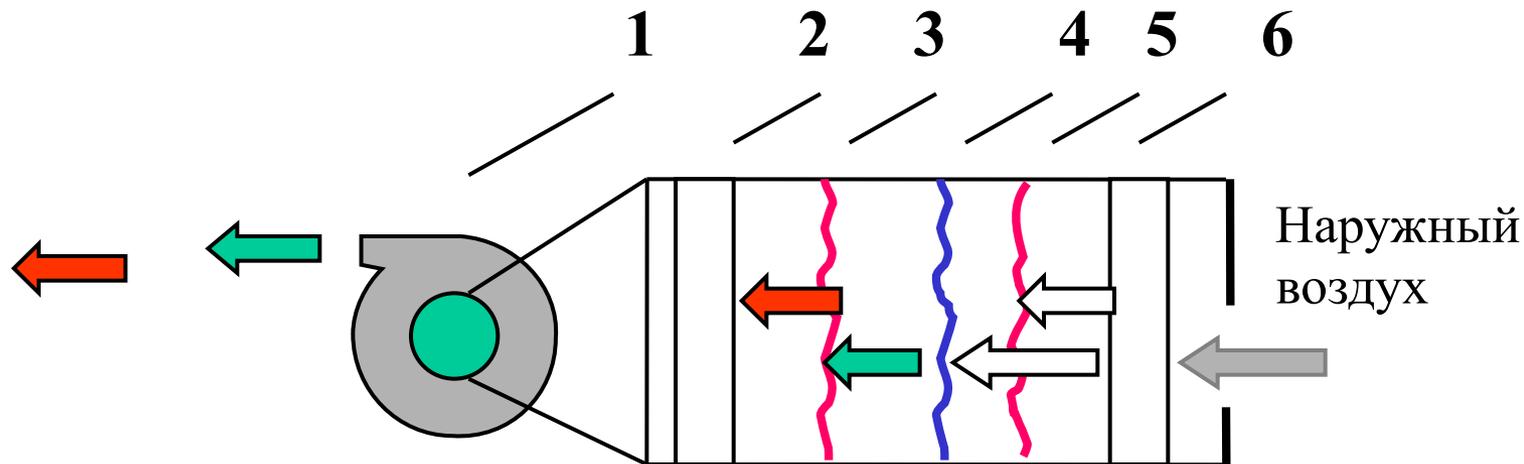


Рис. 2 Схема кондиционера

[2.3. Вредные вещества](#)

1 – вентилятор; 2 – увлажнитель; 3 – калорифер второй ступени; 4 – охладитель; 5 – калорифер первой ступени; 6 – воздушный фильтр.

В режиме охлаждения воздух охлаждается и осушается (4,3)

В режиме отопления воздух нагревается и увлажняется (5,2)

2.3. Вредные вещества

Химические вредные вещества по характеру воздействия на человека и по вызываемым последствиям делят на группы:

1. Обще токсичные (ртуть, соединения фосфора).
2. Раздражающие (кислоты, щёлочи, аммиак, хлор, сера).
3. Аллергенные (соединения никеля, алкалоиды).
4. Нервно-паралитические (аммиак, сероводород).
5. Удушающие (окись углерода, ацетилен, инертные газы).
6. Наркотические (бензол, дихлорэтан, ацетон, сероуглерод).
7. Канцерогенные (ароматические углеводороды, асбест).
8. Мутагенные (соединения свинца, ртути, формальдегид).
9. Влияющие на репродуктивную функцию (свинец, ртуть).

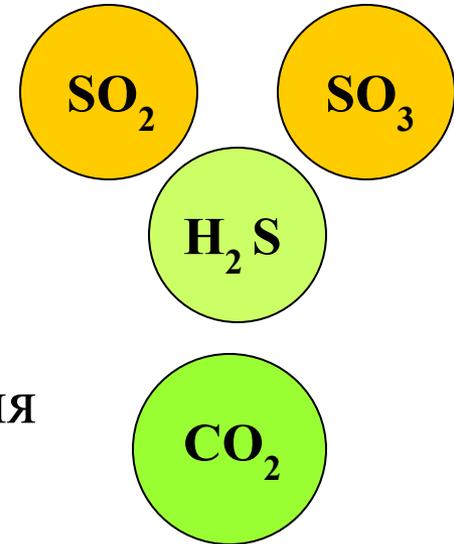
2 Действие вредных веществ на человека

Раздражение дыхательных путей, слизистых оболочек, приступы кашля, боли в горле.

Тошнота, рвота, одышка, учащённый пульс

Учащённое дыхание, уменьшение поступления кислорода в лёгкие

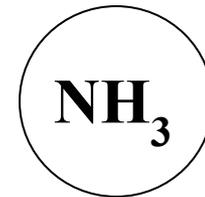
Уменьшение рабочей поверхности лёгких, профессиональные заболевания - пневмокониозы



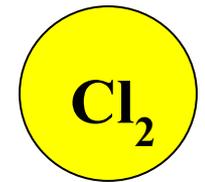
Фиброгенные
пыли - металлические, пластмассовые, кремниевые, древесные и др.

Действие вредных веществ на человека (продолжение)

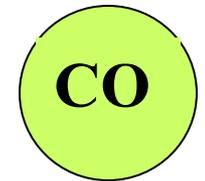
Раздражение глаз, тошнота, боль в груди, удушье, головокружение, рвота; летальный исход может наступить от сердечной недостаточности.



Раздражение дыхательных путей, поражение дыхательного центра, летальный исход наступает от отёка лёгких.



Эритроциты крови захватывают окись углерода и уже не переносят в достаточной степени кислород. Головная боль, тошнота, слабость, потеря сознания, летальный исход.

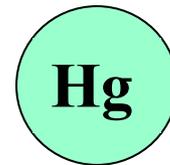


Неблагоприятные изменения в составе крови



Действие вредных веществ на человека (продолжение)

Слабость, апатия, утомляемость (ртутная неврастения), ртутный тремор.



Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний - ртуть, свинец, кадмий, кобальт, никель, цинк, олово, сурьма, медь.

Тяжёлые металлы

Соединение с гемоглобином, образование метагемоглобина, кислородное голодание

Нитраты

Отравление, обезвоживание, потеря сознания, паралич дыхания и двигательного центра.

Пестициды - соединения мышьяка, хлора, фосфора

Нормирование вредных веществ

Мерой содержания пылей и газообразных веществ в воздухе является их концентрация в $\text{мг}/\text{м}^3$.

Устанавливаются нормативные показатели:

1. Относительно безопасные уровни воздействия (**ОБУВ**).
2. Предельно допустимая концентрация (**ПДК**) - это такая концентрация, при которой за рабочий стаж не должно возникнуть профессиональных заболеваний.
3. Средние смертельные дозы при попадании в желудок (**ССДЖ**), при нанесении на кожу (**ССДК**), концентрации в воздухе (**ССКВ**).

По наиболее высокому значению из этих показателей вредные вещества делят на четыре класса: **чрезвычайно опасные (1)**, **высоко опасные (2)**, **умеренно опасные (3)** и **малоопасные (4)**.

2.4. Уменьшение вредных веществ

1

2.4. Уменьшение действия вредных веществ

Оздоровление воздушной среды достигается использованием:

1. Средств автоматизации производства.
2. Герметизацией вредных процессов.
3. Устройством укрытий, окрасочных камер.
4. Вентиляции для разбавления вредных веществ.
5. Местной вытяжной вентиляции закрытого и открытого типа для удаления вредных веществ.
6. Методов нейтрализации для очистки воздуха от продуктов сгорания топлива.
7. Фильтров и пылеуловителей.
8. Респираторов и противогазов.

Разбавление вредных веществ до допустимых концентраций

Количество воздуха L ($\text{м}^3/\text{ч}$), которое надо подать в помещение для разбавления вредных веществ определяется по формуле:

$$L = \frac{G}{q_{\text{ПДК}}},$$

где G - количество выделяющихся вредных веществ, $\text{мг}/\text{ч}$;

$q_{\text{ПДК}}$ - предельно допустимая концентрация, $\text{мг}/\text{м}^3$.

В помещениях с постоянным пребыванием людей минимально необходимое количество воздуха определяется из расчёта разбавления **углекислого газа** до предельной концентрации. Для выполнения этого требования необходимо подать в помещение $33 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека.

Местная вентиляция

При локальном выделении вредных веществ применяют местную вытяжную вентиляцию, которая бывает:

1. Закрытого типа (вытяжные шкафы, окрасочные камеры, кожухи, укрывающие пылящее оборудование).
2. Открытого типа (вытяжные зонты, вытяжные панели).

Количество воздуха, которое надо удалить через устройство закрытого типа, определяется по формуле:

$$L = 3600 F V ,$$

где F - суммарная площадь сечения рабочих проёмов, м^2 ;
 V - скорость движения воздуха, которая принимается в пределах 0,15-1,5 м/с в зависимости от класса опасности вещества.

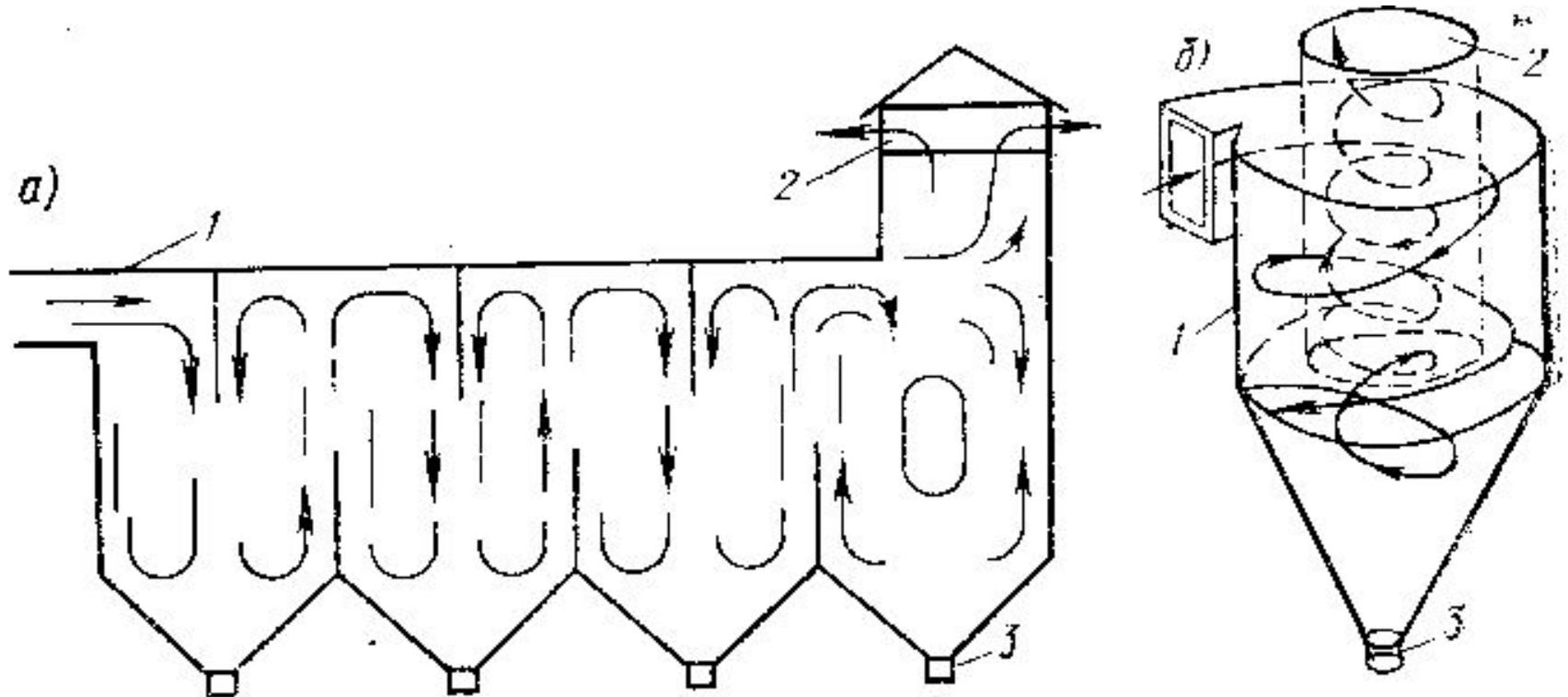


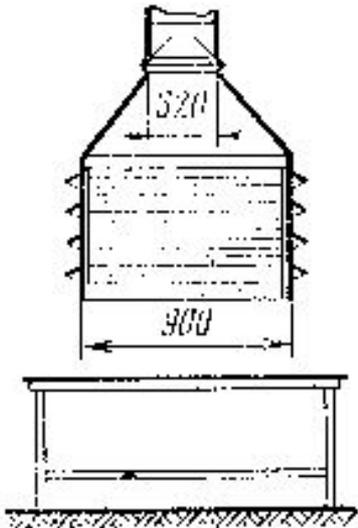
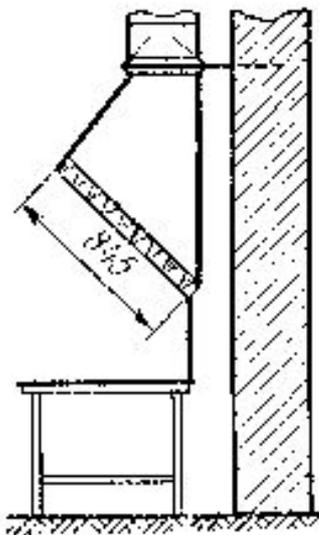
Рис. 17 Схема устройств для очистки вентиляционных выбросов от пыли:

а - камера пылеосадочная; б - циклон.

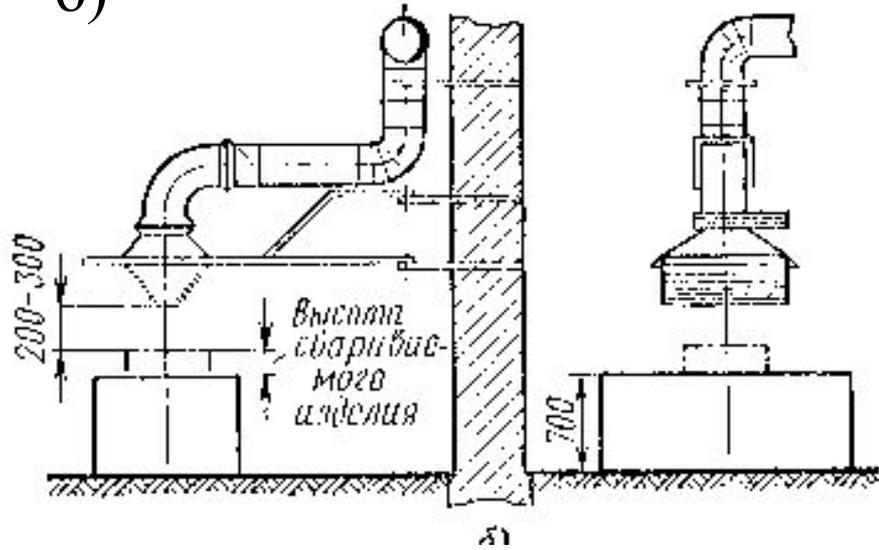
1 - корпус; 2 - удаление очищенного воздуха;

3 - удаление скопившейся пыли.

а)



б)



в)

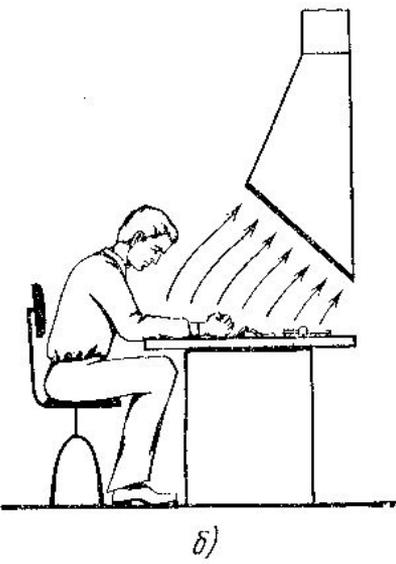


Рис. 18 Местная вытяжная вентиляция

- а - вытяжная панель;
- б - поворотная панель;
- в - установка вытяжной панели на рабочем месте.

в)

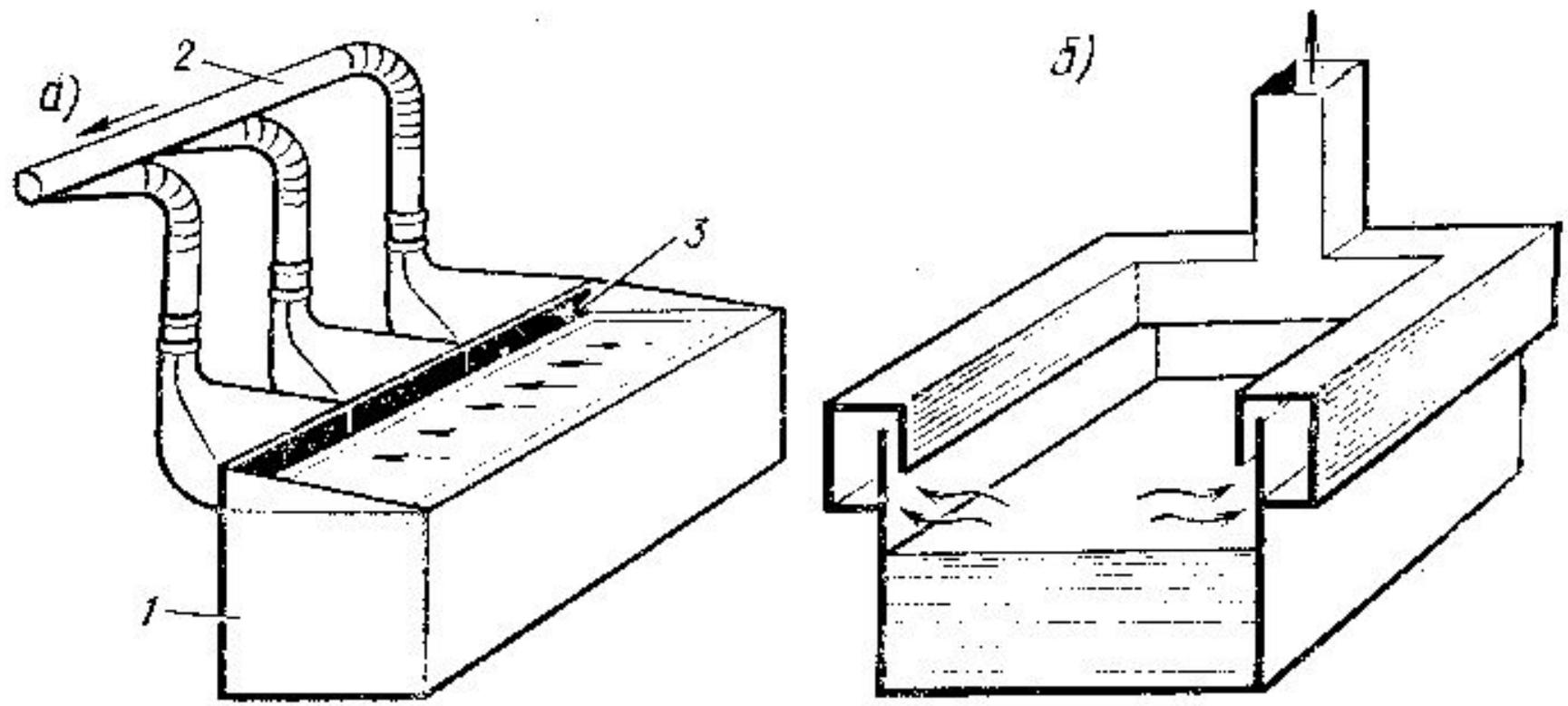


Рис. 19 Бортовые вытяжные устройства

- а - односторонняя вытяжка;
- б - двусторонняя вытяжка;
- 1 - корпус гальванической ванны;
- 2 - воздуховоды;
- 3 - щели для прохождения загрязнённого воздуха.

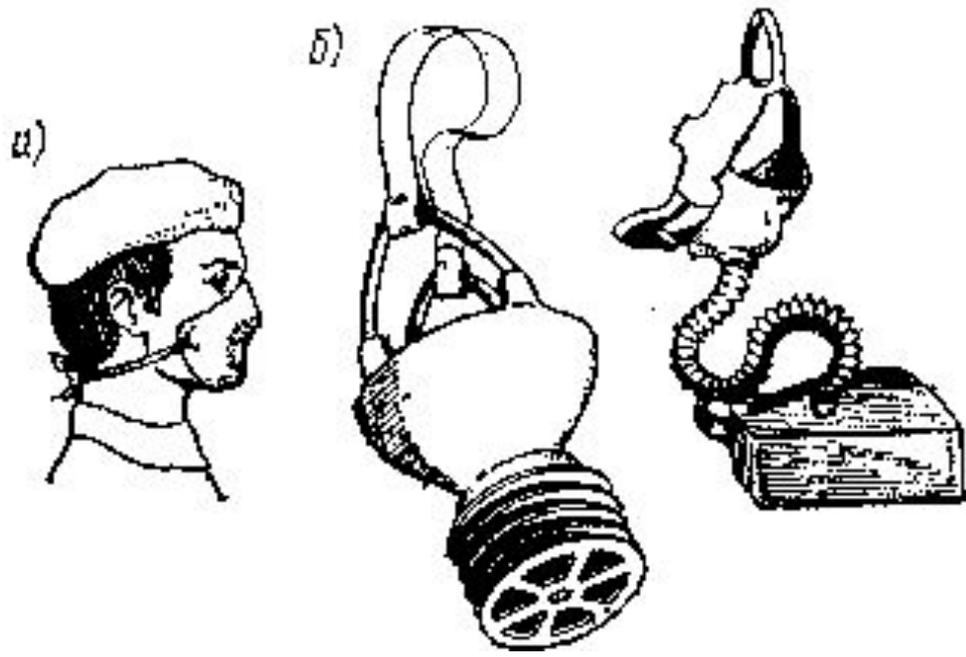


Рис. 20 Индивидуальные средства защиты от вредных веществ

- а - респиратор «Лепесток»;
- б - универсальные респираторы РУ-60М.

2.5. Шум

2.5.1. Звук и шум; основные характеристики

Физические характеристики звука

Звук или тон - это акустическое гармоническое колебание с определённой частотой. Он характеризуется:

- частотой колебаний f (Гц), то есть числом колебаний в секунду;
- звуковым давлением p (Па) - это разность между мгновенным давлением в волне и атмосферным;
- интенсивностью или силой звука I (вт/м²) равной потоку звуковой энергии, проходящей в единицу времени через 1 м² площади.

Интенсивность пропорциональна квадрату звукового давления.

По частоте колебаний звуки классифицируются:

Инфразвук

20 Гц

Слышимый звук

20000 Гц

Ультразвук

Закон Вебера-Фехнера для звука

Уровень ощущения звука L пропорционален логарифму интенсивности I , отнесённой к интенсивности I_0 на пороге слышимости.

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \lg \frac{p}{p_0},$$

где I, p - действующие значения интенсивности и звукового давления;

$I_0 = 10^{-12}$ Вт/м², $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па - интенсивность и звуковое давление на пороге слышимости.

Уровень звука L оценивают в относительных логарифмических единицах - ДЕЦИБЕЛАХ (дБ).

Шум и его характеристики

Уровень интенсивности звука численно равен уровню звукового давления (УЗД). Эти характеристики - синонимы.

Шум - сложное колебание, комплекс звуков разных частот; его оценивают спектром, то есть зависимостью УЗД от частоты.

Наиболее часто шум измеряют в октавных полосах частот. Полоса характеризуется средней частотой, а соотношение этих частот 1/2.

Средние частоты октавных полос

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Гц
----	-----	-----	-----	------	------	------	------	----

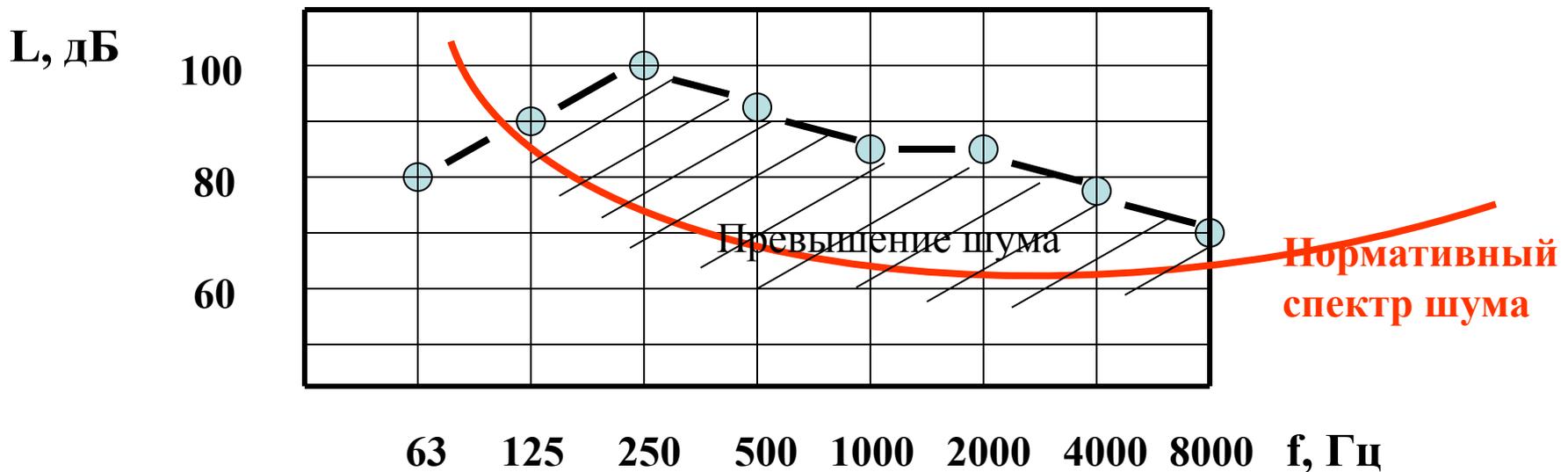
45 90 180 355 710 1400 2800 5600 11200

Граничные частоты октавных полос

Восприятие частоты, также как и силы звука, относительно поэтому средние частоты октавных полос откладываются на графиках в логарифмическом масштабе (через одинаковые промежутки).

Построение спектра шума

По характеру спектра шумов делят на широкополосные и смешанные, в которых присутствуют тональные составляющие. По временной характеристике их делят на постоянные и непостоянные, а последние оценивают эквивалентным уровнем звука.



Кроме спектральной характеристики шум оценивают одним числом — уровнем звука в дБА. Это общий уровень шума, откорректированный в соответствии с кривой слышимости.

Суммирование уровней шума

5

$$90 \text{ дБ} + 90 \text{ дБ} = 93 \text{ дБ}$$

$$80 \text{ дБ} + 74 \text{ дБ} = 81 \text{ дБ}$$

$$100 \text{ дБ} + 40 \text{ дБ} = 100 \text{ дБ}$$

$$70 \text{ дБ} + 70 \text{ дБ} + 70 \text{ дБ} = 75 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{сум.}} = 10 \lg(2 * I / I_0) = 10 \lg(I / I_0) + 10 \lg 2 = L + 3 \text{ дБ.}$$

Уровни шума являются логарифмическими величинами и их нельзя непосредственно складывать. Для этого применяют правило суммирования уровней:

$$L_{\text{сум.}} = L_{\text{б}} + \delta L$$

$L_{\text{б}}$ - больший из суммируемых уровней
 δL - добавка к большему уровню, определяемая по таблице в зависимости от разности уровней.

Если один из суммируемых уровней меньше другого на 10 дБ, то он не учитывается.

$L_1 - L_2$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	12
$\delta L, \text{ дБ}$	3	2,7	2,2	1,8	1,4	1,2	0,9	0,8	0,7	0,3

Для n одинаковых
уровней L_1

$$L_{\text{сум.}} = L_1 + 10 \lg n$$

2.5.2. Распространение, воздействие и нормирование шума

Распространение шума в открытом пространстве

Интенсивность шума I в точке открытого пространства:

$$I = \frac{P_a}{S},$$

где P_a - звуковая мощность источника шума, Вт;

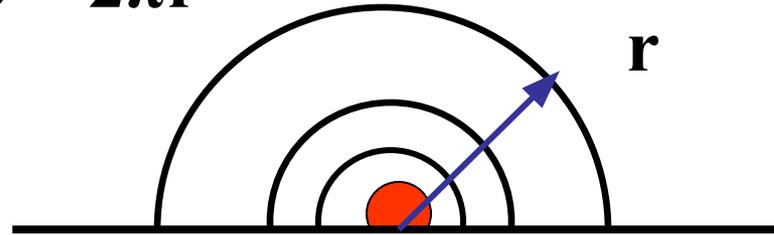
S - площадь измерительной поверхности, окружающей источник шума и проходящей через расчётную точку, m^2 .

Простейшей моделью источника шума является точечный источник, излучающий сферическую волну.

Распространение шума в открытом пространстве (продолжение)

Если источник шума ● со звуковой мощностью P_a расположен на поверхности, то излучение шума происходит в полусферу S с радиусом r (м):

$$S = 2\pi r^2$$



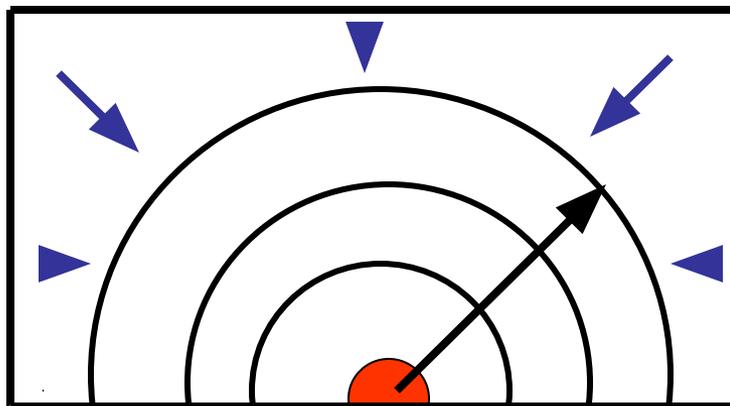
Переходя от абсолютных величин к относительным логарифмическим, уровни интенсивности шума L (дБ) от источника с уровнем звуковой мощности L_p (дБ) в точке открытого пространства можно определить по формуле:

$$L = L_p - 10 \lg 2\pi r^2 ,$$

Уровни интенсивности шума при удвоении расстояния уменьшаются на 6 дБ.

Распространение шума в помещении с источником шума

В помещении, где установлен источник шума, интенсивность шума в любой точке складывается из интенсивности прямого шума $I_{пр.}$ и шума многократно отражённого от стен помещения $I_{отр.}$.



Отражённый шум упрощённо считается диффузным, то есть имеющим одинаковую плотность звуковой энергии во всех точках помещения, а прямой шум спадает с расстоянием от источника.

Интенсивность суммарного шума

$$I_{сум.} = I_{пр.} + I_{отр.}$$

Распространение шума в помещении с источником шума (продолжение)

Статистическая теория звукового поля в помещении, используя аппарат теории вероятностей, даёт зависимость для определения интенсивности отражённого шума:

$$I_{отр.} = \frac{4P_a}{Q}; \quad Q = \frac{\alpha S_n}{1 - \alpha},$$

где Q - акустическая постоянная помещения (m^2), которая характеризует его способность поглощать звуковую энергию; α - средний коэффициент звукопоглощения; S_n - полная площадь ограждений помещения, m^2 .

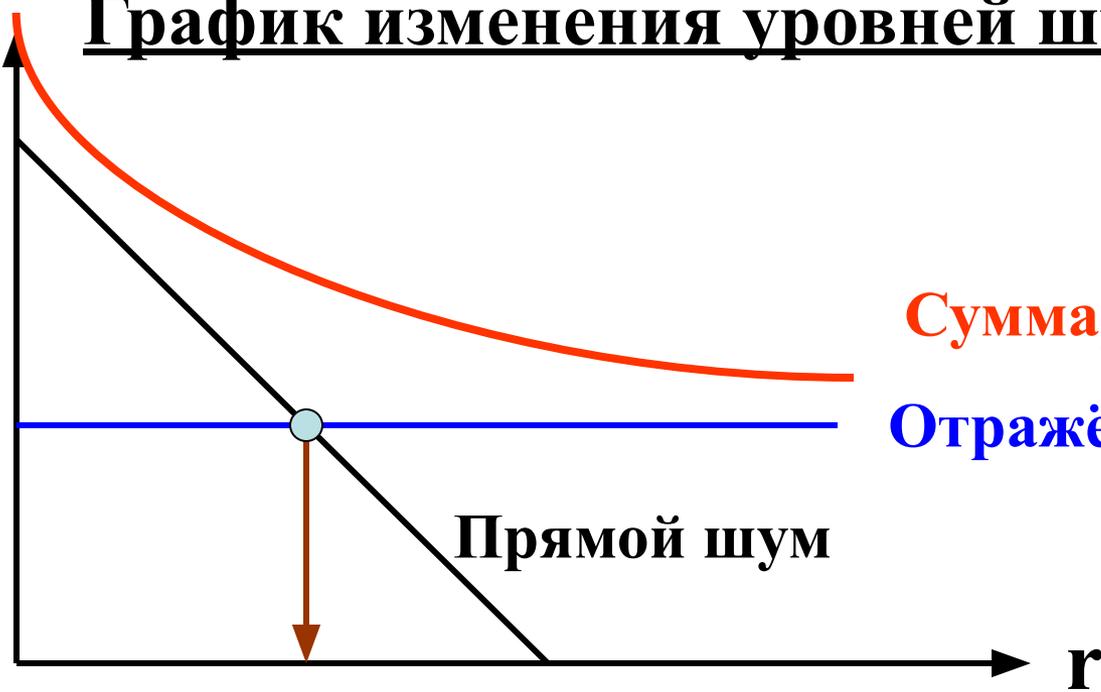
Уровни шума (дБ) в помещении с источником шума

$$L = L_p + 10 \lg \left(\frac{1}{2\pi r^2} + \frac{4}{Q} \right)$$

Распространение шума в помещении с источником шума (продолжение)

График изменения уровней шума

Изменение
уровней
шума



Суммарный шум

Отражённый шум

Прямой шум

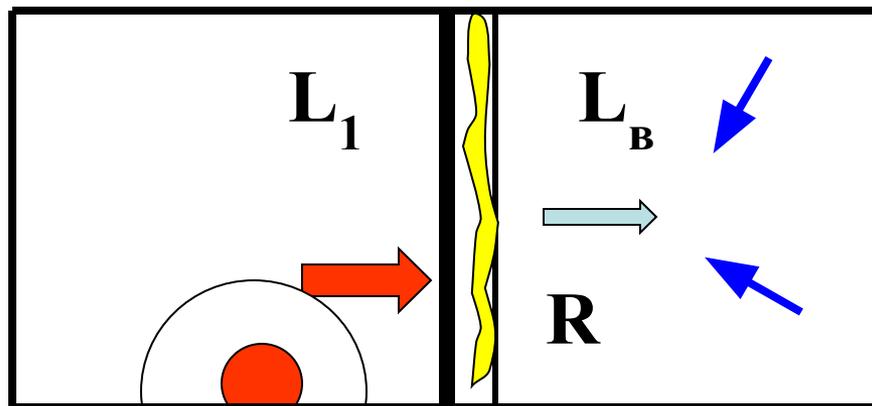
r

**Зона
прямого
шума**

**Зона
отражённого
шума**

Логарифмическая шкала
расстояний

Распространение шума в помещение смежное с шумным



 -- звукопоглощающий материал в воздушном промежутке двустенной разделяющей конструкции

Уровни шума L (дБ) в смежном помещении

$$L = L_1 - R + L_\alpha ,$$

где L_1 - уровни шума перед разделяющей стенкой, дБ;

R - звукоизоляция разделяющей стенки, дБ;

L_α - величина, учитывающая звукопоглощение в смежном помещении, дБ.

12(доп.)

Эквивалентный уровень звука

Обычно на человека действует непостоянный шум, который оценивают эквивалентным уровнем $L_{э}$, то есть уровнем постоянного шума, оказывающим по энергии такое же воздействие, как и данный непостоянный.

$$L_{э} = L_i + 10 \lg \left(\frac{t_i}{T} \right),$$

где: L_i - составляющий уровень шума (дБ) при его действии за время t_i (ч.) при общей экспозиции шума T .

Пример Найти эквивалентный уровень звука, если $T = 4$ ч,

$$L_1 = 90 \text{дБА}, t_1 = 2 \text{ч}, L_2 = 88 \text{дБА}, t_2 = 2 \text{ч}.$$

$$L_{э1} = L_1 + 10 \lg \frac{t_1}{T} = 90 + 10 \lg \frac{2}{4} = 87 \text{ дБА}; \quad L_{э2} = 88 + 10 \lg \frac{2}{4} = 85 \text{ дБА}.$$

По правилу сложения уровней при разности между ними 2дБА добавка к большему уровню составляет 2,2 дБА, поэтому эквивалентный уровень звука равняется **89,2дБА**.

Воздействие шума на человека.

Нормирование шума

1. Шум высоких уровней отрицательно влияет на ЦНС, желудок, двигательные функции, умственную работу, зрительный анализатор. Изменяется частота и наполнение пульса, кровяное давление, замедляются реакции, ослабляется внимание, ухудшается разборчивость речи.
2. Снижается чувствительность органа слуха, что приводит к временному повышению порога слышимости. При длительном воздействии шума высокого уровня возникают необратимые потери слуха и развивается профессиональное заболевание - тугоухость.

Критерием риска потери слуха считается уровень 90 дБА, при ежедневном воздействии более 10 лет.

Нормируемые параметры: уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровень звука в **дБА**.

2.6. Уменьшение шума

2.6. Уменьшение шума

Классификация средств

1. Уменьшение шума в источнике возникновения

Наиболее рациональное средство, но часто требует серьёзного конструктивного изменения машины.

2. Организационно-технические мероприятия

Уменьшение времени воздействия шума (ДУ)

3. Средства коллективной защиты

а) Архитектурно-планировочные мероприятия.

б) Конструктивные средства.

4. Средства индивидуальной защиты (СИЗ)



Наушники, заглушки, шлемы



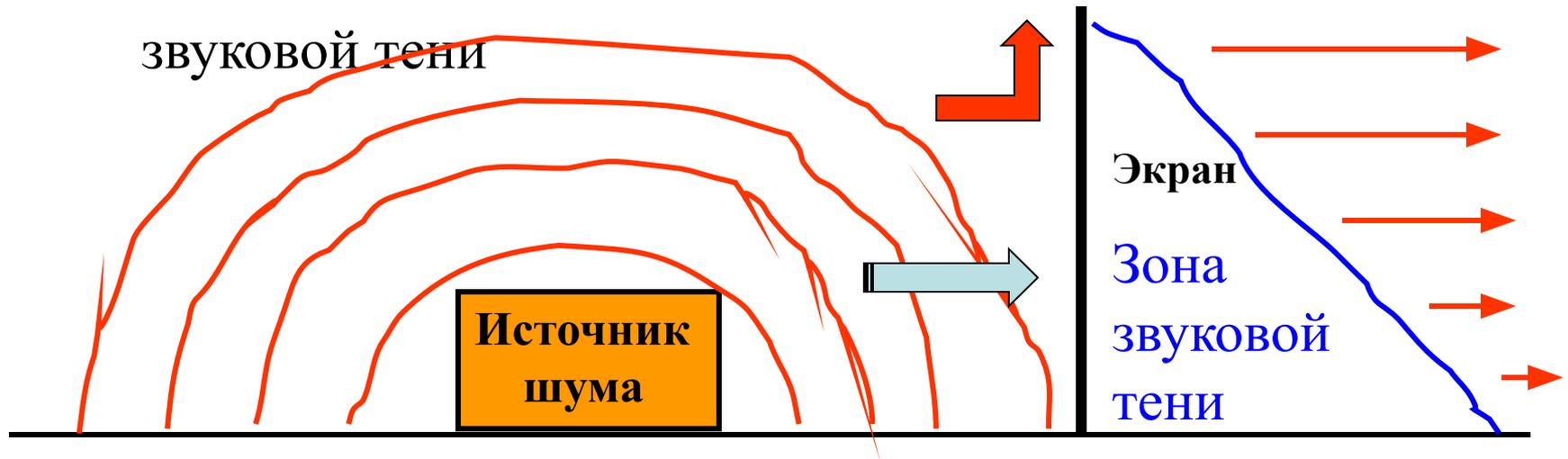
**Кожухи, экраны, глушители
звукопоглощающие и
звукоизолирующие
конструкции**

Принципы экранирования, звукоизоляции, звукопоглощения

Конструктивные средства уменьшения шума основаны на использовании этих принципов.

1. Экранирование - способность преград создавать зону

звуковой тени

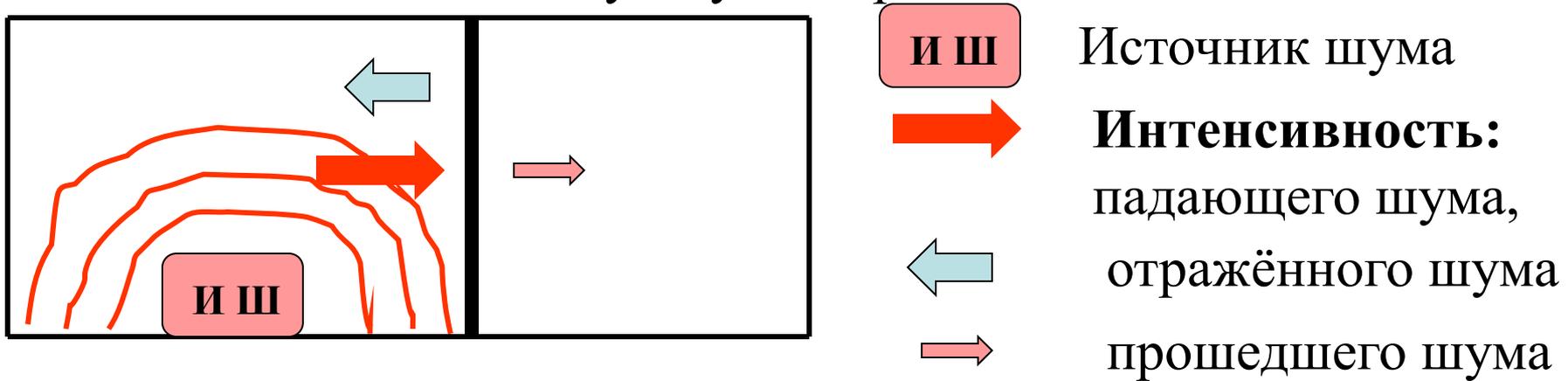


Эффективность экрана зависит от длины звуковой волны по отношению к размерам препятствия, то есть от частоты колебаний. В помещении из-за наличия отражённого шума эффект экрана меньше, чем в открытом пространстве.

3

Принципы экранирования, звукоизоляции, звукопоглощения (продолжение)

2. Звукоизоляция - способность преград отражать звуковую энергию.



Звукоизоляция одностенной конструкции **R** (дБ) определяется

законом «массы»

$$R = A \lg (f \delta) - C,$$

где f - частота колебаний, Гц;

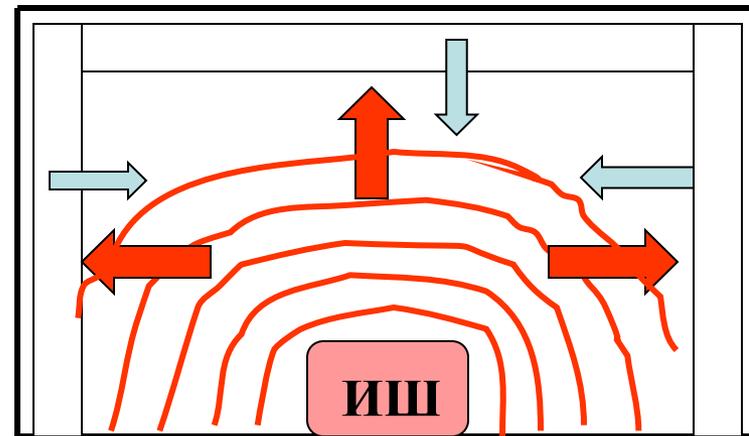
δ - поверхностная масса стенки, кг/м²;

A, C - эмпирические коэффициенты.

Принципы экранирования, звукоизоляции, звукопоглощения (продолжение)

3. Звукопоглощение - способность пористых и рыхло-волоконнистых материалов, а также резонансных конструкций поглощать звуковую энергию.

В помещении с источником шума уровни шума определяются прямым и отражённым шумом.



Звуко-
погло-
щаю-
щий
мате-
риал

Прямой шум источника 
Отражённый шум 

Звукопоглощающий материал, установленный на стенах помещения, уменьшает составляющую отражённого шума.

Конструктивные средства уменьшения шума

Для уменьшения аэродинамического шума систем вентиляции, шума газотурбонаддува и газовыхлопа двигателей применяют реактивные (рис.21, а) и активные (рис.21, б) глушители.



Рис. 21

Расширительная камера

Глушитель со звукопоглотителем

Звукоизоляция источника шума обеспечивается кожухом (рис.22 а), а звукоизоляция рабочего места - изолированной кабиной (рис.22 б)

а) Кожух со звукопоглотителем

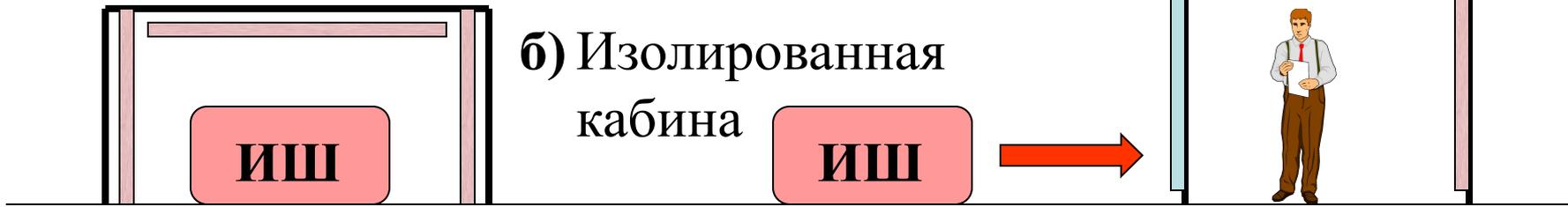


Рис. 22

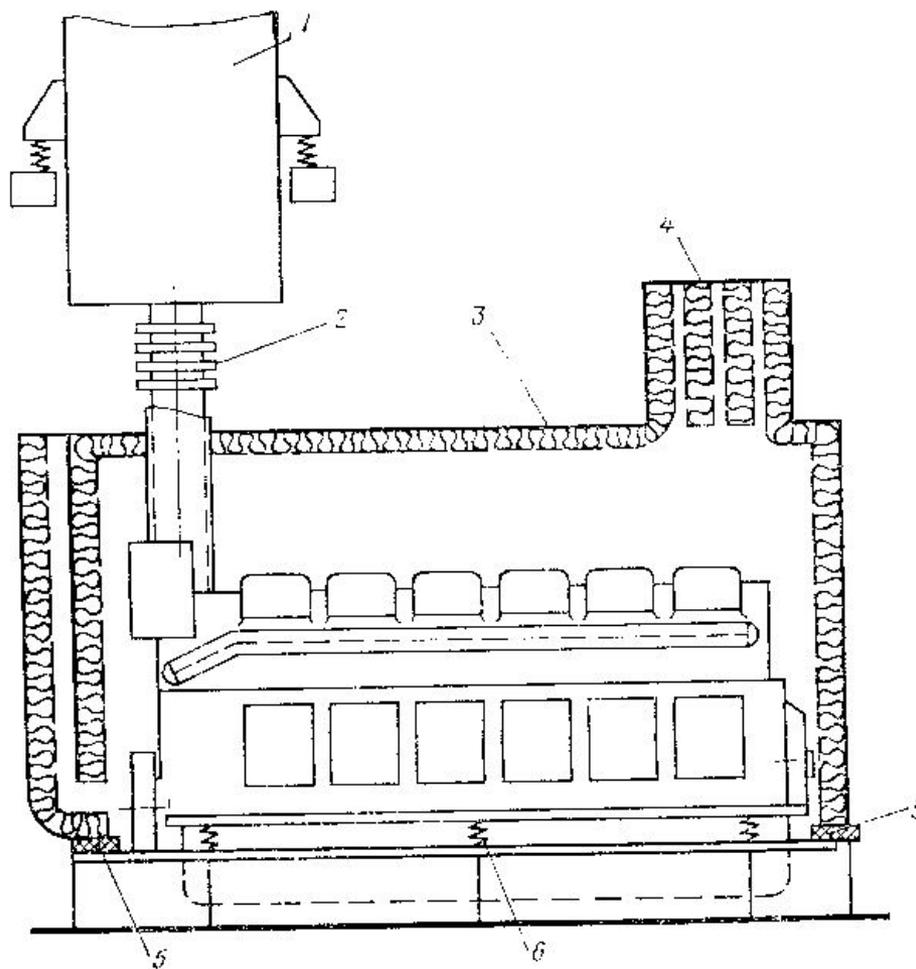


Рис. 23 Звукоизолирующий кожух, установленный на дизель.

1 - глушитель газовыхлопа; 2 - компенсатор; 3 - звукопоглотитель;
4 - глушитель воздухоприёма; 5 - резина; 6 - виброизоляторы.

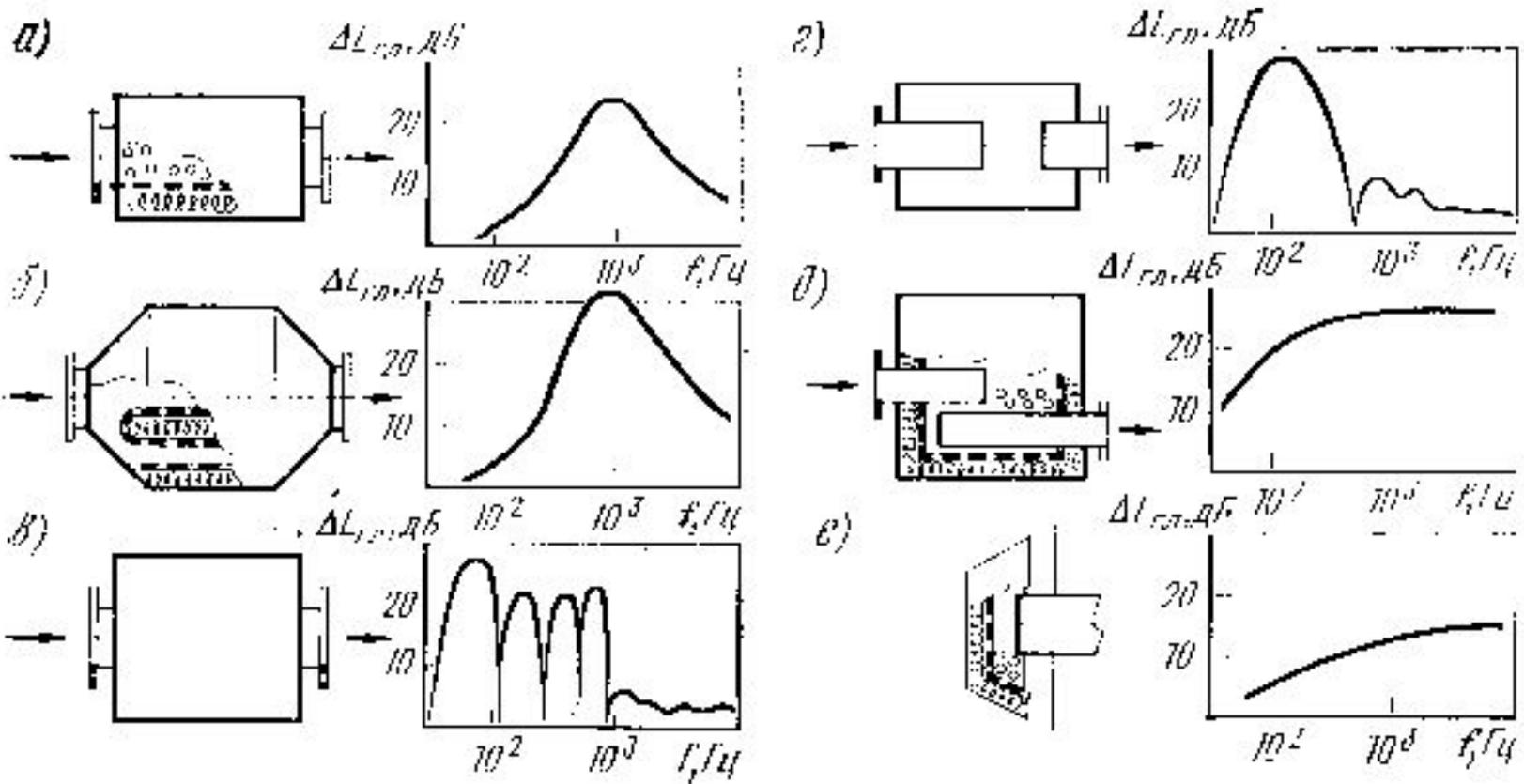


Рис. 24 Типы глушителей шума и характер заглушаемого ими спектра.

а - звукопоглощающий патрубок; б - пластинчатый; в - камерный; г - камерный с трубами внутри; д - камерный несоосный со звукопоглотителем; е - экранный.

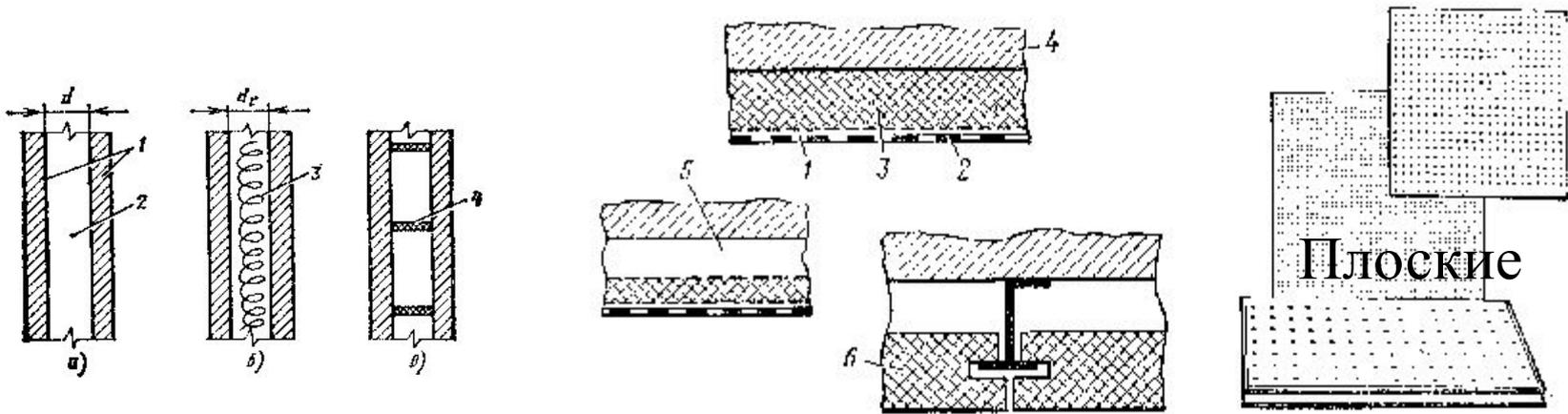


Рис. 25 Двустенные звуко-
изолирующие конструкции

1 - пластины; 2 - воздушный
промежуток; 3 - звукопогло-
титель; 4 - крепление.

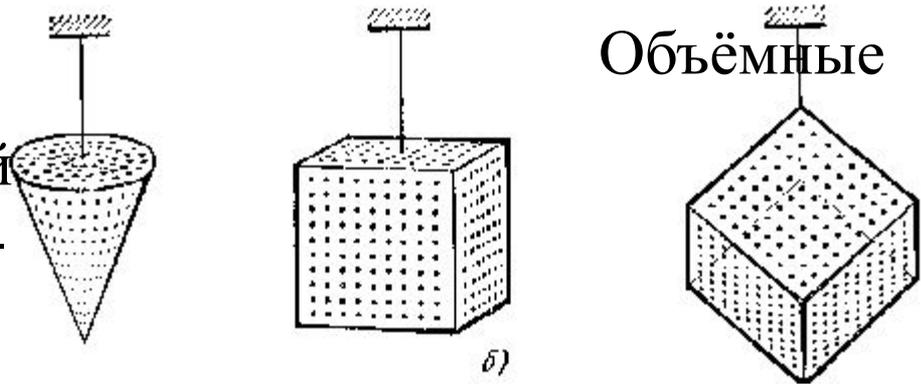


Рис. 26 Звукопоглощающие конструкции

1 - защитный перфорированный экран; 2 - стеклоткань; 3 - звуко-
поглощающий материал; 4 - стена или потолок; 5 - воздушный
промежуток; 6 - плита из звукопоглощающего материала.

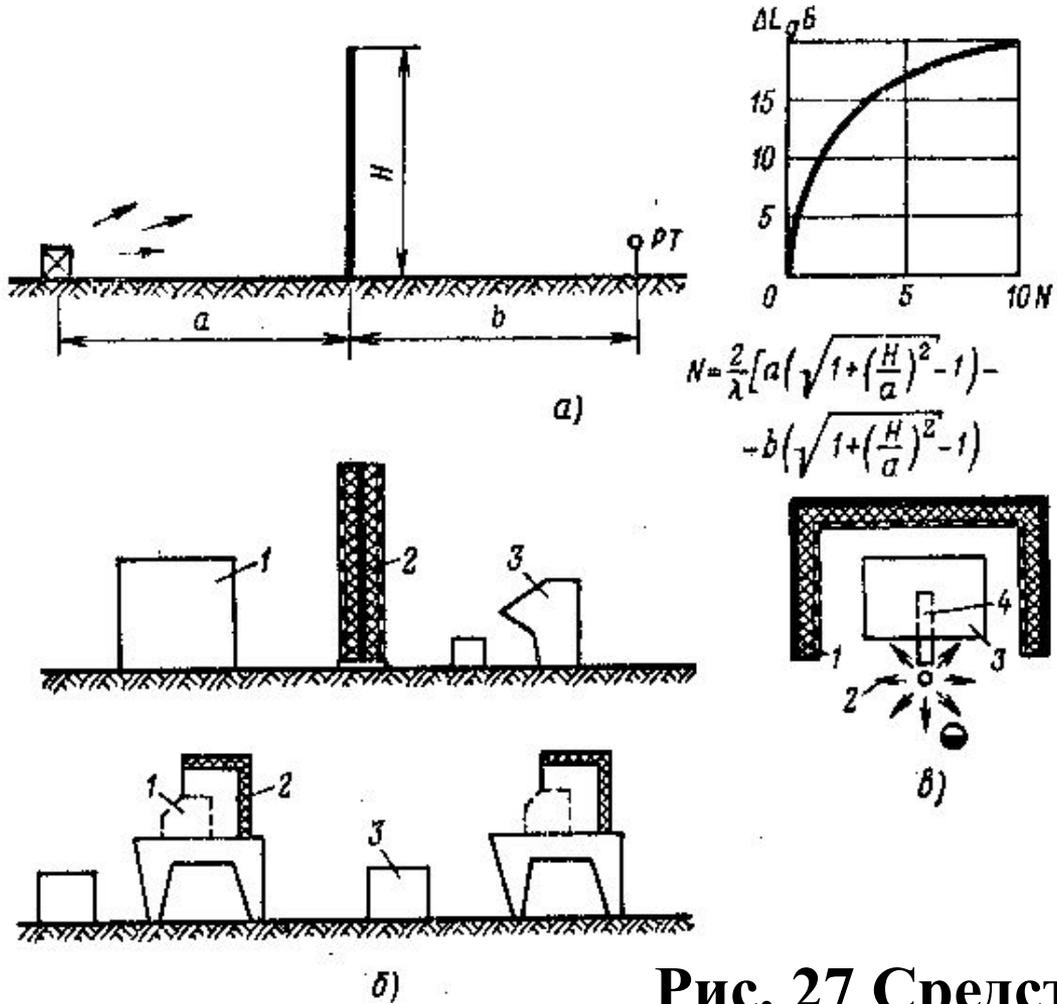
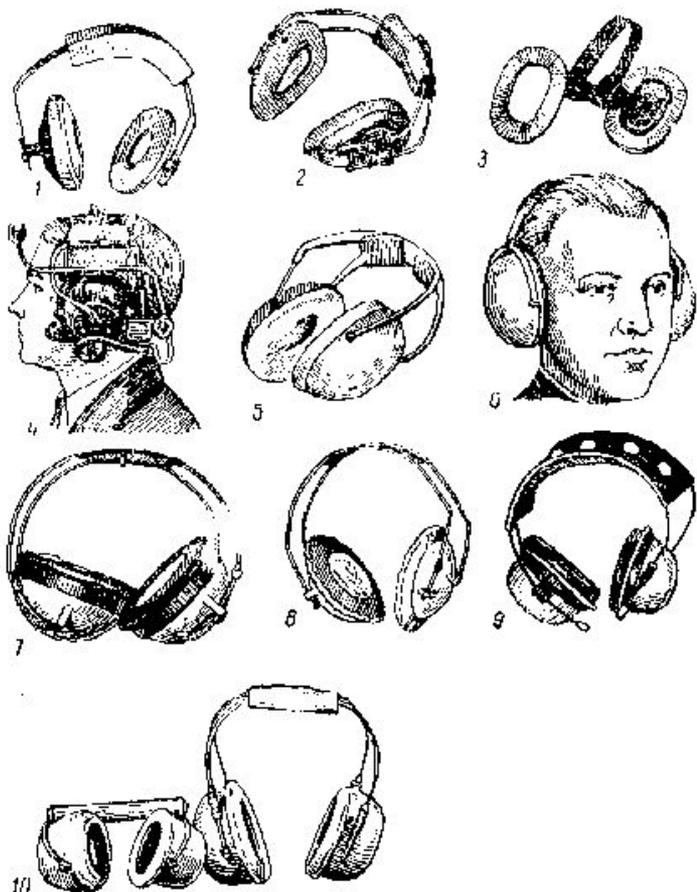


Рис. 27 Средства экранирования

а - схема экрана; б - экранирование нескольких источников шума;
 в - экранирование источников механического шума; 1 - оборудо-
 вание; 2 - экран со звукопоглотителем; 3 - рабочее место;
 4 - дисковая пила.

а)



б)



Рис. 28 Средства индивидуальной защиты от шума

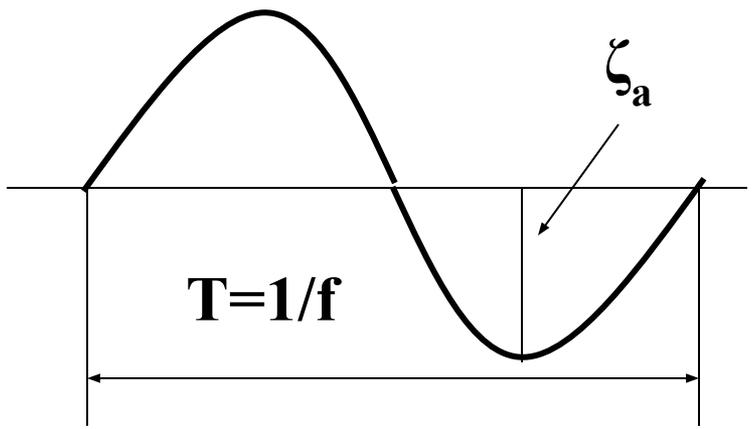
а - наушники; б - шумозащитные шлемы.

2.7. Вибрация

Физические характеристики вибрации

Вибрация - это механические колебания в твёрдых телах.

Простейший вид колебаний - **гармонические**.



Вибрацию оценивают частотой **f** (Гц) или периодом колебаний **T** и одним из трёх параметров:

Амплитудой вибросмещения

Амплитудой виброскорости

Амплитудой виброускорения

$$V_a = \zeta_a \omega$$

$$A_a = \zeta_a \omega^2$$

$$\omega = 2 \pi f \text{ - круговая частота}$$

Уровень ощущения вибрации

Степень ощущения вибрации оценивают по закону Вебера-Фехнера логарифмической относительной величиной - **уровнем виброскорости L_v** в децибелах.

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0},$$

где V - действующее среднеквадратичное значение виброскорости, м/с;

V_0 - пороговая виброскорость, равная $5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

Среднеквадратичная виброскорость в 1,4 меньше амплитудного значения.

Вибрации машин и механизмов являются сложными колебаниями, которые могут быть представлены суммой гармонических колебаний. Вибрацию, как и шум, характеризуют спектром в октавных полосах частот, который можно представить графически.

Классификация вибрации

Низкочастотную вибрацию по способу передачи на человека делят на две группы:

1. **Общая**, которая действует на тело сидящего или стоящего человека и оценивается в октавных полосах $f = 2, 4, 8, 16, 31,5; 63$ Гц.
2. **Локальная**, которая передаётся через руки на частотах $f = 8, 16, 31,5; 63, 125, 250, 500, 1000$ Гц.

Общую вибрацию по источнику возникновения делят на три категории:

1. **Транспортная** (подвижные машины на местности).
2. **Транспортно-технологическая** (краны, погрузчики).
3. **Технологическая** (рабочие места).

Воздействие вибрации на человека и её нормирование

При действии вибрации высоких уровней возникают болезненные ощущения и патологические изменения в организме.

1. Болезненные ощущения вызываются резонансом внутренних органов, появляются боли в пояснице, а при локальной вибрации - спазм сосудов, онемение пальцев и кистей рук.

2. При длительном воздействии вибрации возможно развитие **вибрационной болезни**, тяжёлая стадия которой неизлечима. Вибрация отрицательно воздействует на ЦНС, возникают головные боли, головокружение, нарушение сердечной деятельности, расстройство вестибулярного аппарата.

Санитарные нормы устанавливают допустимые значения: уровня виброскорости (дБ), виброскорость (м/с) и виброускорение (м/с²).

Учитывается время воздействия вибрации.

2.8. Уменьшение вибрации

2.8. Уменьшения вибрации

Классификация средств уменьшения вибрации

1. Уменьшение вибрации в источнике возникновения.

Эти средства осуществляют в процессе проектирования и строительства машины. К ним относятся: центровка, динамическая балансировка, изменение характера возмущающих воздействий.

2. Организационно-технические мероприятия, которые

включают уменьшение времени воздействия вибрации применением дистанционного управления, сокращение рабочего дня, устройство перерывов в работе.

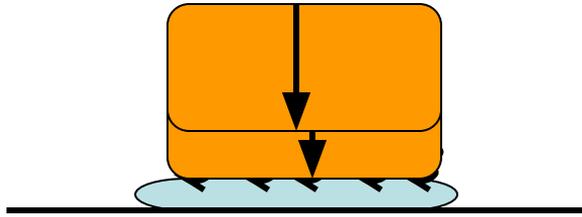
3. Средства коллективной защиты: виброизолирующие

крепления механизмов и рабочих мест, вибропоглощающие покрытия.

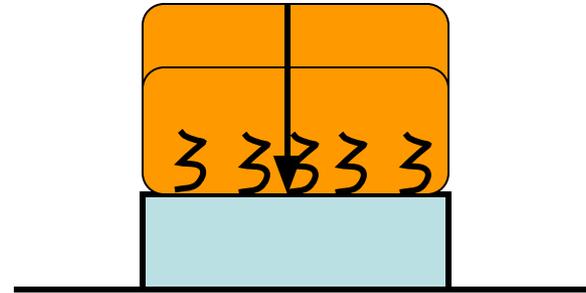
4. Средства индивидуальной защиты: виброзащитные

рукавицы и обувь.

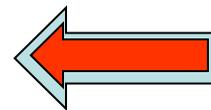
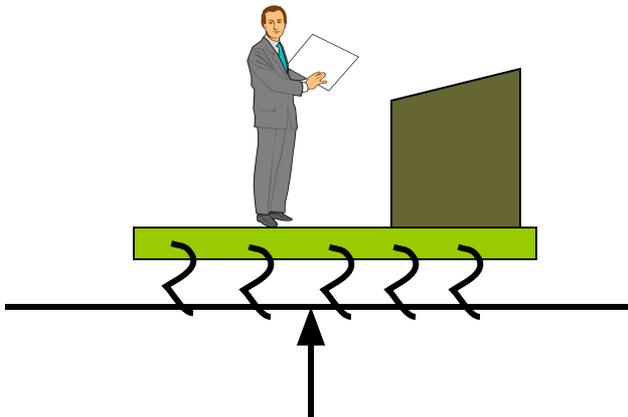
Схемы виброизоляции



Установка механизма на виброизоляторы



Установка механизма на виброизоляторы и массивный фундамент



Виброизоляция рабочего места

Эффективность виброизоляторов

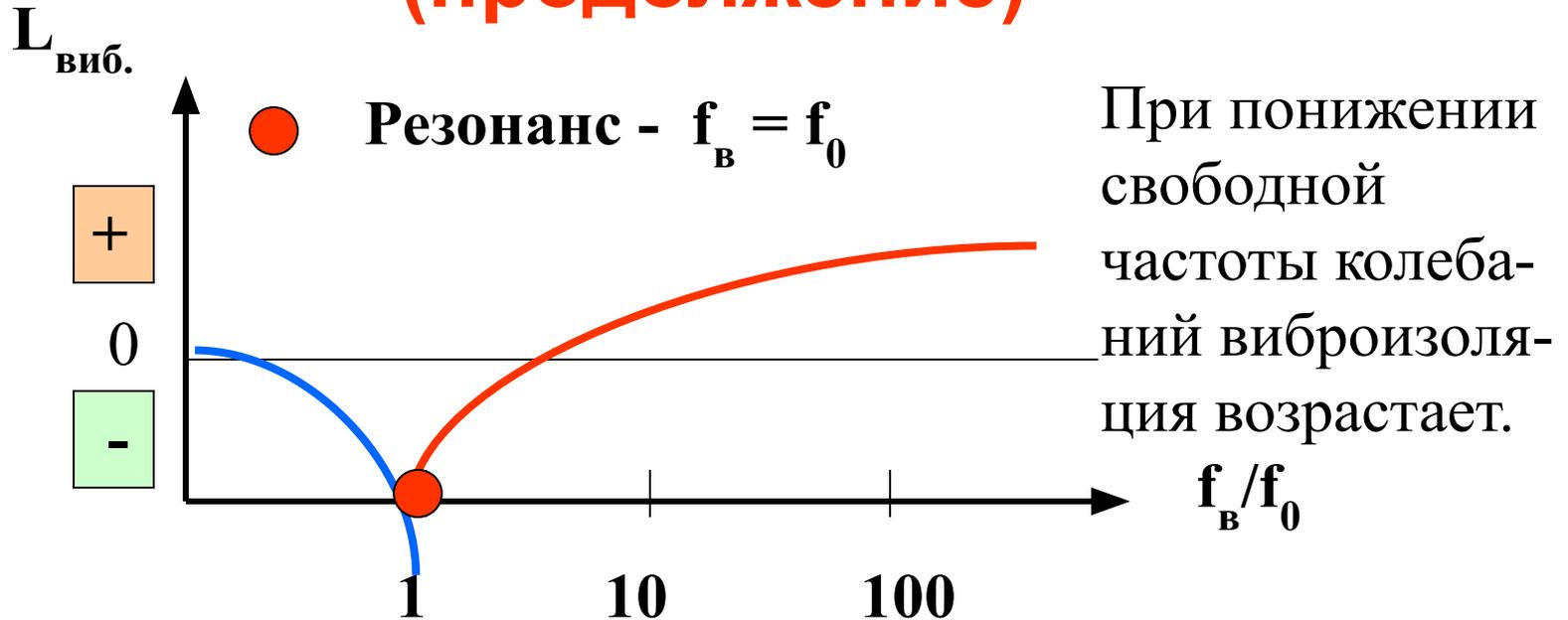
Для уменьшения вибрации применяют резиновые, пружинные или пневматические виброизоляторы, которые снижают динамическую силу, передающуюся от машины на фундамент.

Эффективность виброизоляции $L_{\text{виб}}$ (дБ) - это разность уровней вибрации на фундаменте при жёстком $N_{\text{ж}}$ (дБ) и эластичном $N_{\text{эл}}$ (дБ) креплении машины.

$$L_{\text{виб}} = N_{\text{ж}} - N_{\text{эл}}$$

При выборе виброизоляторов решают две задачи: достижение высокой виброизоляции и обеспечение надёжности работы системы.

Эффективность виброизоляции (продолжение)



- Усиление вибрации фундамента
 + Виброизоляция

f_0, f_v - частоты свободных и вынужденных колебаний, Гц.

При установке машины на резиновые виброизоляторы обычно $f_0 = 20-50$ Гц, а на пружинные - $f_0 = 2-6$ Гц, поэтому эффективность пружинных виброизоляторов больше, чем резиновых особенно в диапазоне низких и средних частот.

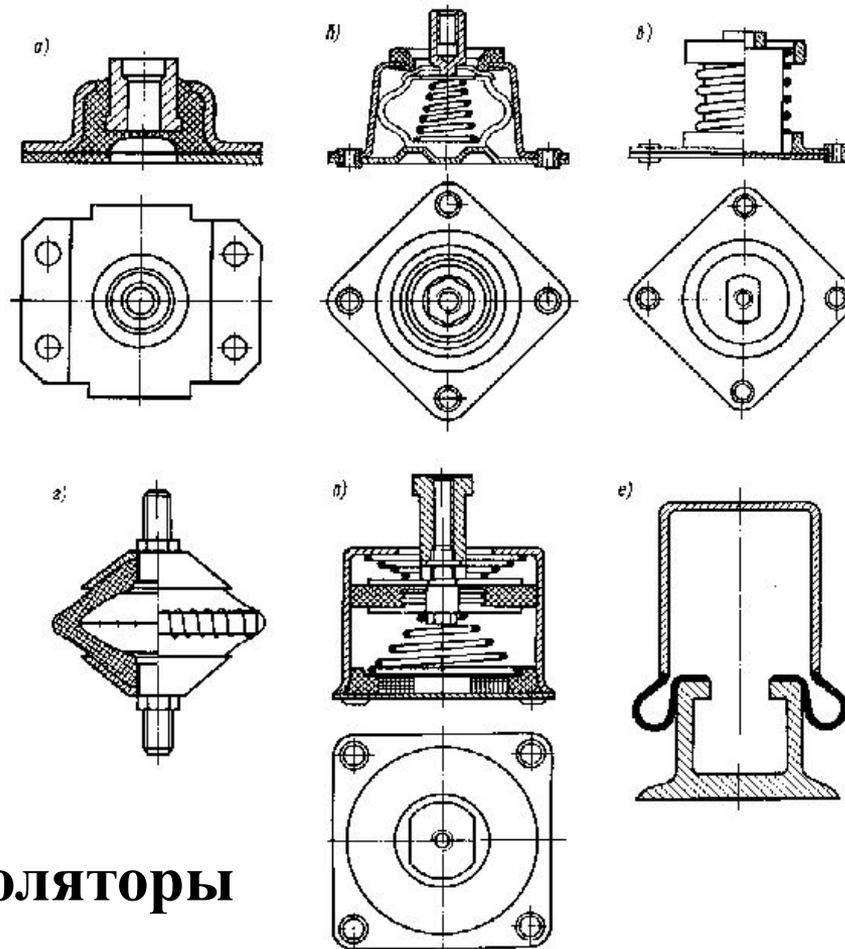


Рис. 28 Виброизоляторы

а - резинометаллический типа АКСС; б, в - пружинно-резиновые; г - демпфер; д - сильнодемпфированный пластмассовый; е - пневмоамортизатор.

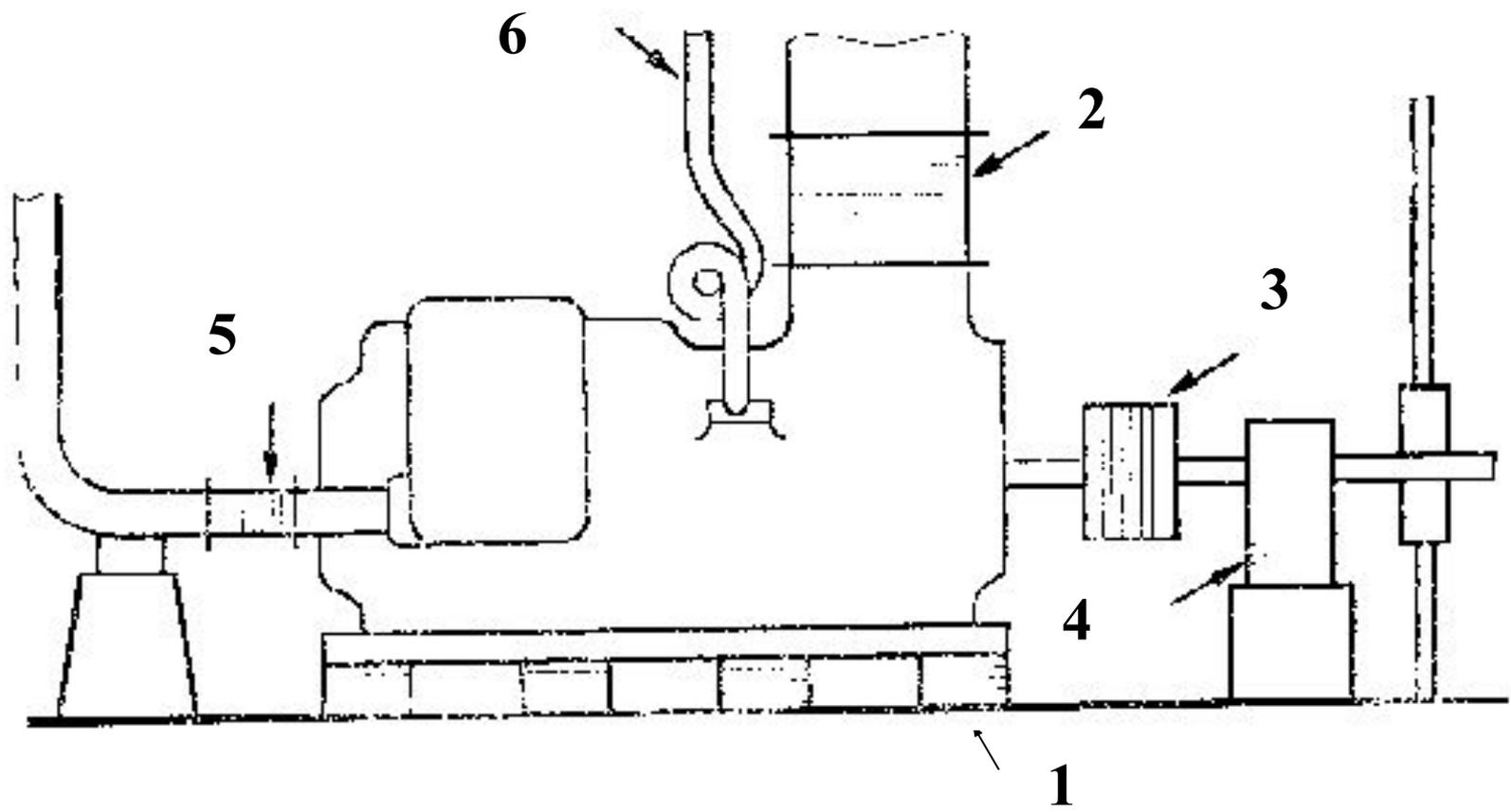


Рис. 29 Схема виброизоляции двигателя

1 - виброизоляторы; 2 - сильфонный компенсатор; 3 - шинная муфта; 4 - упорный подшипник валопровода; 5 - дюритовое соединение трубопроводов; 6 - соединение кабеля.

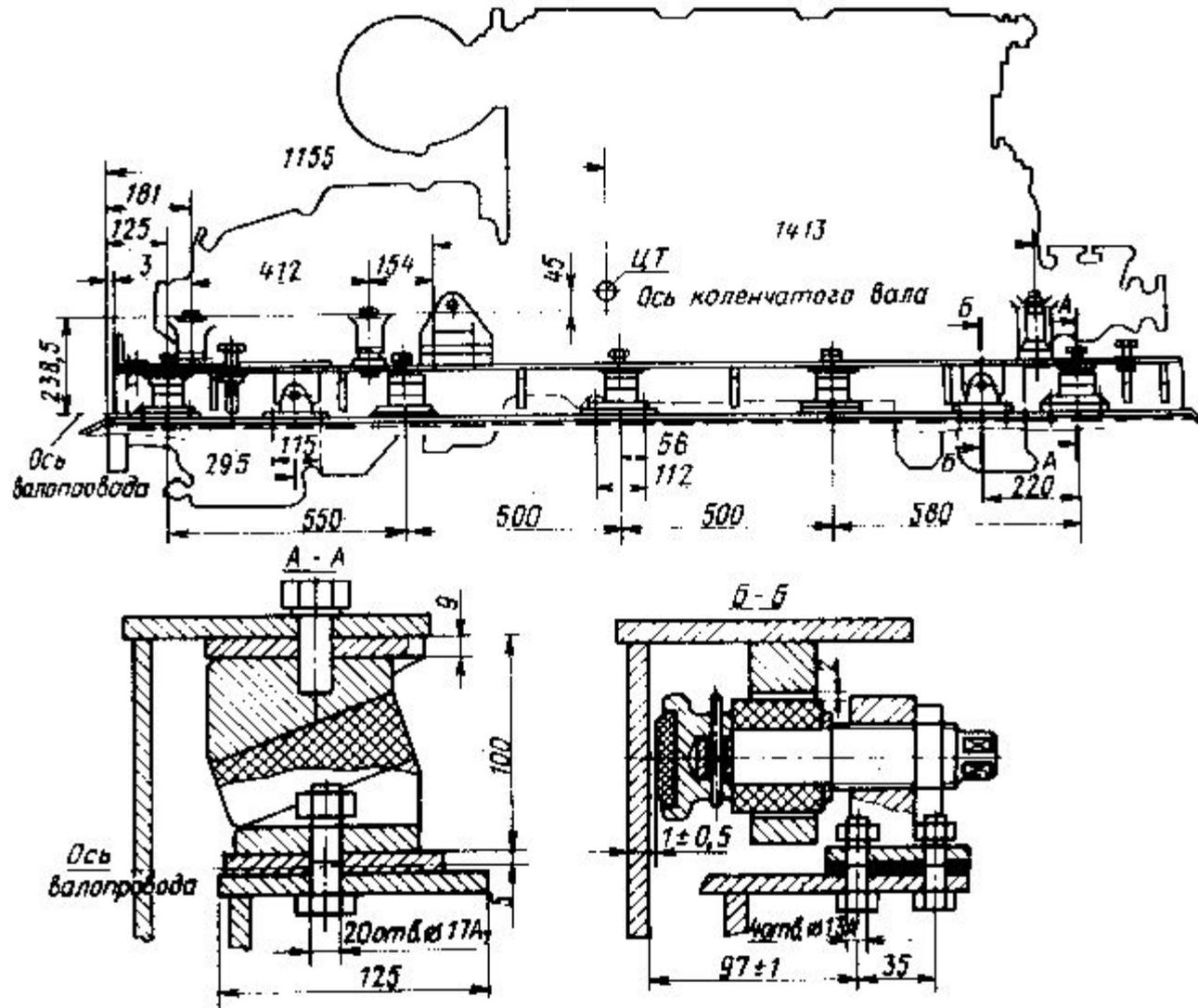


Рис. 30 Типовая установка высокооборотного дизеля на виброизоляторах с узлами крепления виброизолятора и страховочного элемента.

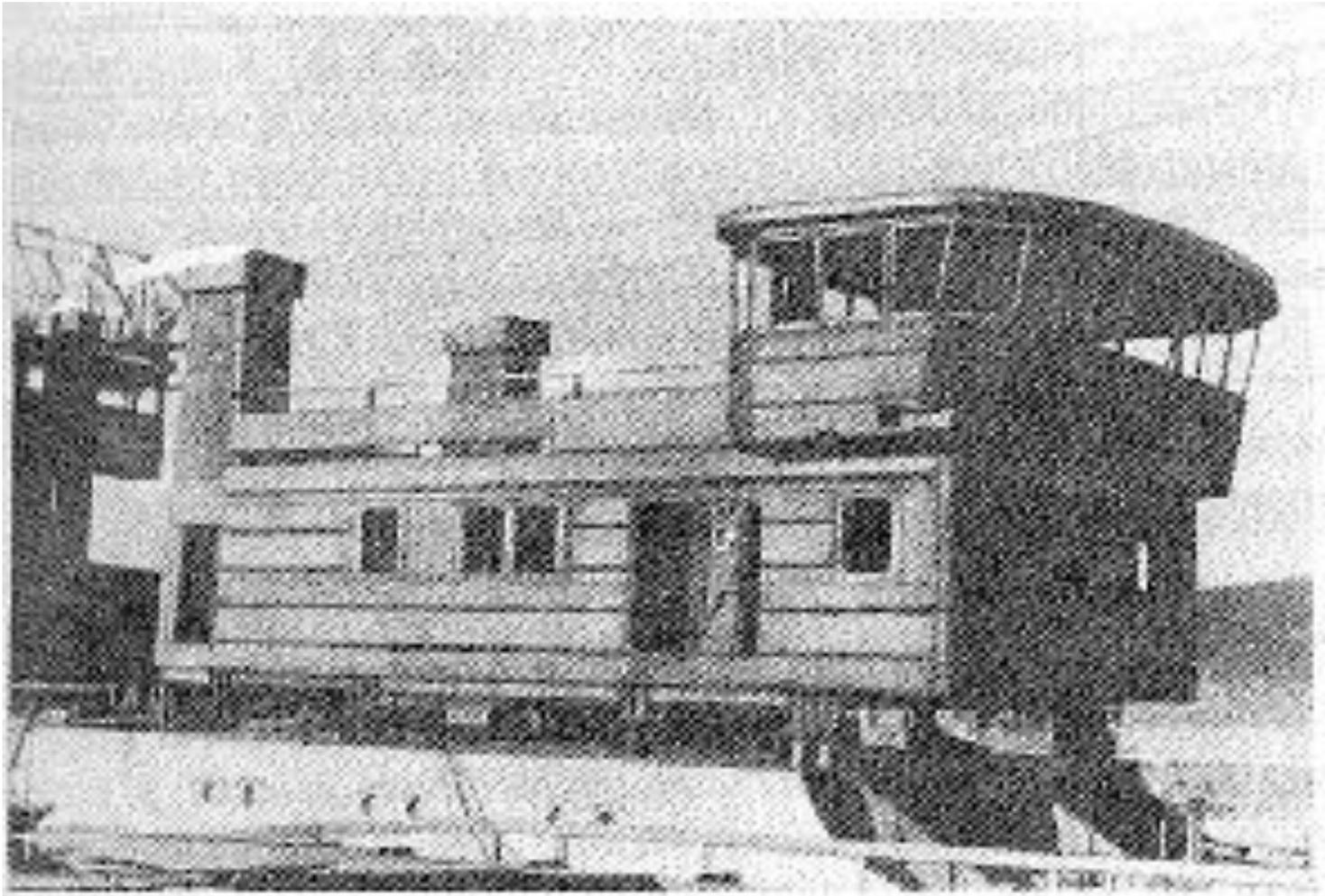
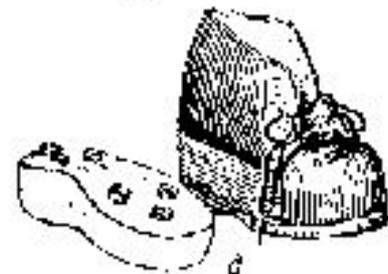
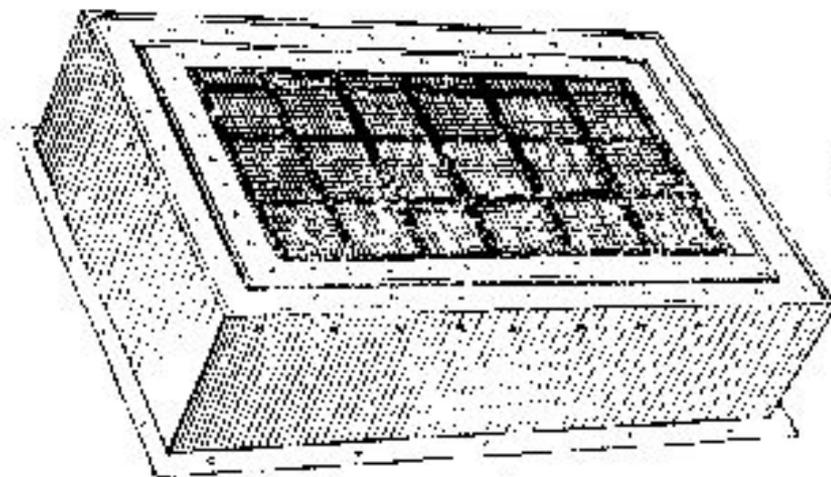
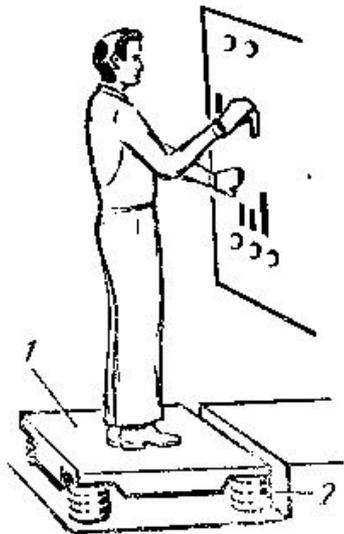
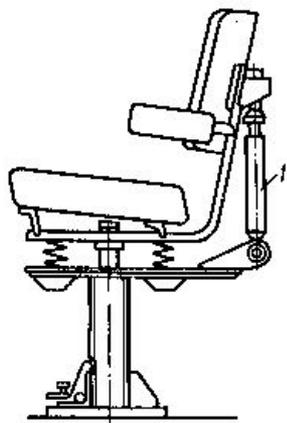


Рис. 31 Установка надстройки на виброизоляторах на танкере проекта 3164.



Виброизоляция рабочего места (1); 2-виброизоляторы



а - виброизолирующая платформа;
б - антивибрационный пояс;
в, г - антивибрационные башмаки;
д - виброгасящая обувь бетонщика.

Виброизолированное сидение с демпфером (1).

Рис. 32 Защита от вибрации

2.9. Электромагнитные излучения радиочастот

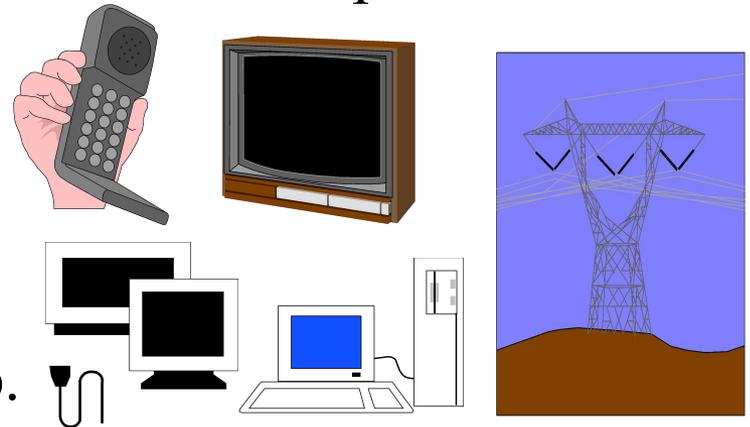
Общие сведения

Природные источники электромагнитных полей (ЭМП):

Атмосферное электричество, излучение солнца, электрическое и магнитное поля Земли и др.

Техногенные источники ЭМП:

Трансформаторы, электродвигатели, телеаппаратура, линии электропередач, компьютеры, мобильные телефоны и др.



Процесс распространения ЭМП имеет характер волны, при этом в каждой точке пространства происходят гармонические колебания напряжённости электрического E (В/м) и магнитного H (А/м) полей. Векторы E и H взаимно перпендикулярны. В воздухе $E = 377 H$. Квантовой моделью описывается процесс поглощения излучений.

Общие сведения по электромагнитным излучениям (продолжение)

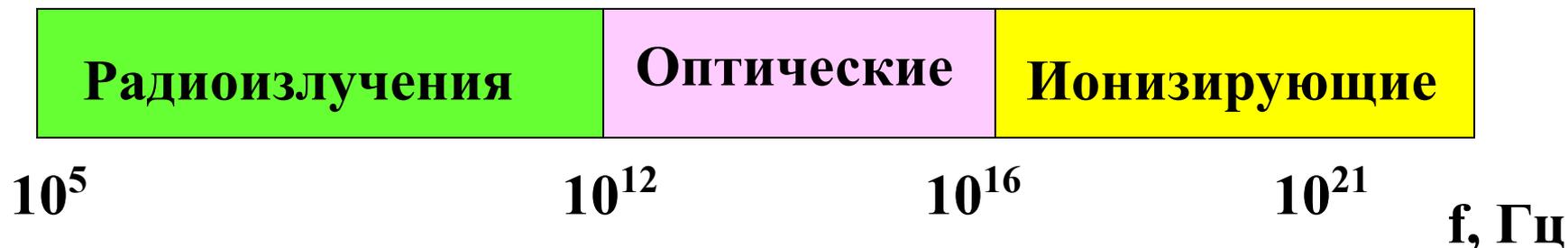
Длина волны λ (м) связана со скоростью распространения колебаний c (м/с) и частотой f (Гц) соотношением:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad \text{где } c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с - скорость распространения электромагнитных волн в воздухе.}$$

Направление движения потока энергии определяется вектором Умова-Пойтинга - Π :

$$\vec{\Pi} = \vec{E} \cdot \vec{H}$$

Спектр электромагнитных колебаний делят на три участка:



3 Характеристики радиоизлучений

Диапазон электромагнитных колебаний - радиоизлучений делят на радиочастоты (**РЧ**) и сверхвысокие частоты (**СВЧ**).

Радиочастоты подразделяют на поддиапазоны:

Длинные волны (ДВ).

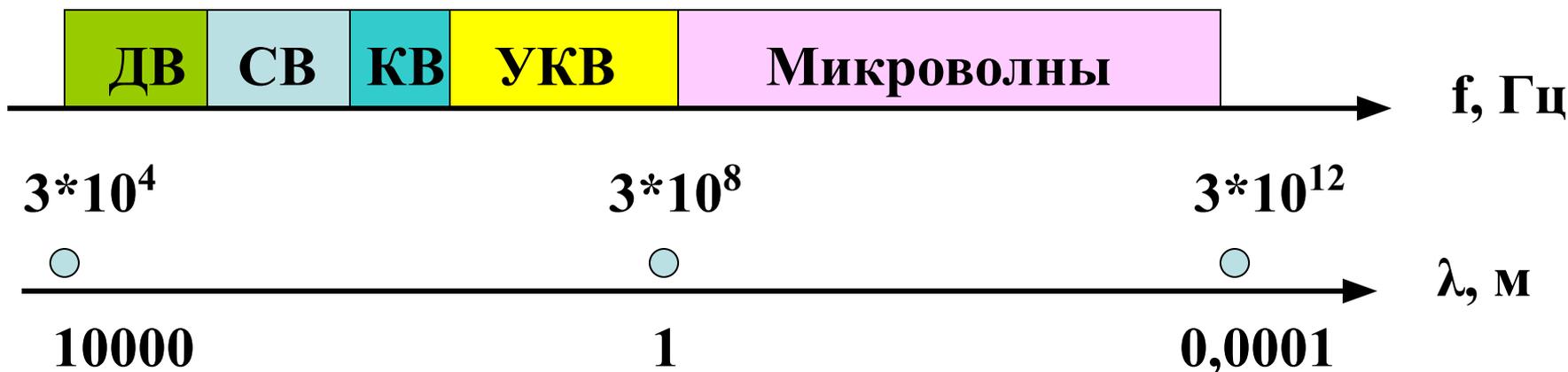
Средние волны (СВ).

Короткие волны (КВ).

Ультракороткие волны (УКВ).

РЧ

СВЧ



Характеристики радиоизлучений (продолжение)

В районе источника ЭМП выделяют ближнюю зону (**индукции**) и дальнюю зону (**волновую**).

Зона индукции находится на расстоянии $R < \lambda/6$, а волновая зона - на расстоянии $R > \lambda/6$ (м).

В ближней зоне бегущая волна ещё не сформировалась, а ЭМП характеризуется векторами **E** и **H**.

В волновой зоне ЭМП характеризуется интенсивностью **I** (вт/м²), которая численно равна величине **P**.

Например, в диапазоне РЧ при длине волны 6м граница зон лежит на расстоянии 1м от источника ЭМП, а в диапазоне СВЧ при длине волны 0,6м - на расстоянии 0,1м от источника.

Интенсивность ЭМП убывает обратно пропорционально **R²**.

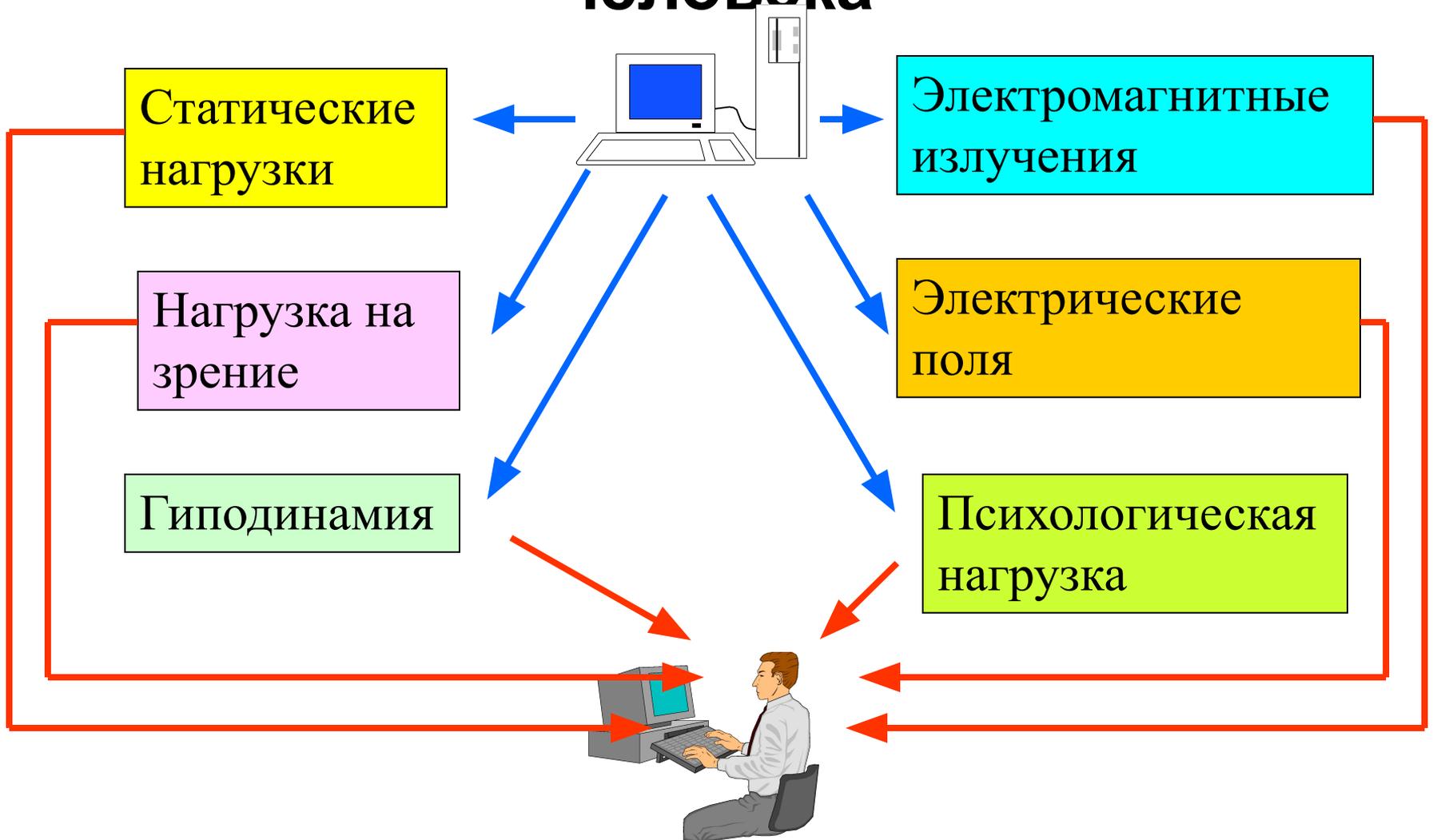
Воздействие ЭМП на человека. Нормирование

1. ЭМП вызывает повышенный нагрев тканей человека, и если механизм терморегуляции не справляется с этим явлением, то возможно повышение температуры тела. Тепловой порог составляет 100Вт/м^2 . Тепловое воздействие наиболее опасно для мозга, глаз, почек, кишечника. Облучение может вызвать помутнение хрусталика глаза (катаракту).

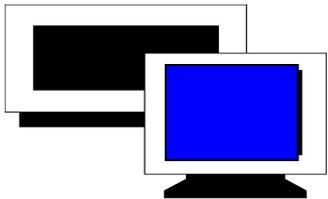
2. Под действием ЭМП изменяются микропроцессы в тканях, ослабляется активность белкового обмена, происходит торможение рефлексов, снижение кровяного давления, а в результате - головные боли, одышка, нарушение сна.

Нормы устанавливают допустимые значения напряжённости E (в/м) в диапазоне РЧ в зависимости от времени облучения отдельно для профессиональной и непрофессиональной деятельности, а в диапазоне СВЧ нормируют интенсивность I (Вт/м^2).

Факторы отрицательного воздействия компьютера на человека



7 Последствия регулярной длительной работы на ПК без ограничения по времени и перерывов



Минимальное расстояние от глаз до экрана - не менее 50см

1. Заболевания органов зрения - 60 %
2. Болезни сердечно-сосудистой системы - 60%
3. Заболевания желудка - 40%
4. Кожные заболевания - 10%
5. Компьютерная болезнь (синдром стресса оператора) - 30%.

Санитарные нормы СанПин 2.2.2. 542-96 устанавливают предельные значения напряжённости электрического и магнитного поля при работе на ПК.

Длительность работы на ПК без перерыва - не более 2 часов.

Длительность работы на ПК преподавателей - не более 4 часов в день.

Длительность работы на ПК студентов - не более 3 часов в день.

В перерывах - упражнения для глаз и физкультпауза.

2.10. Световые излучения