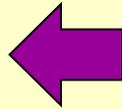


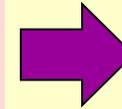
Тема 11. Защита от вибрации



Полезная



Вибрация –
сложный колебательный процесс,
возникающий при периодическом
смещении центра тяжести
тела от положения равновесия



Вредная



Вибротранспортер



Вибропояс для похудения



Виброзвонок

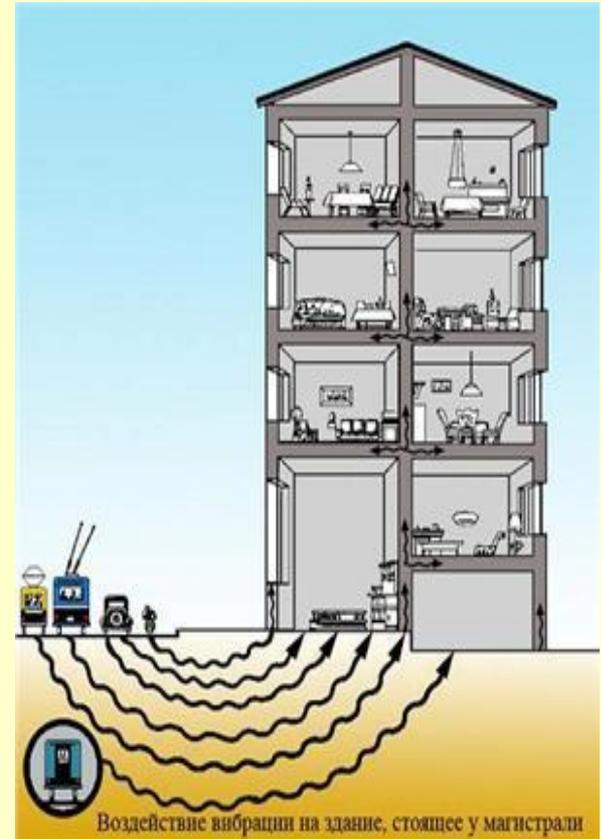


Ударно-трамбовочная
машина

Источники вибрации

Причиной возбуждения вибраций являются возникающие при работе машин и агрегатов *неуравновешенные силовые воздействия*, источниками которых служат:

- возвратно-поступательные движения систем
- неуравновешенные вращающиеся массы
- ударное взаимодействие сопрягаемых деталей
- оборудование и инструмент, использующие в технологических целях ударное воздействие на обрабатываемый материал



Физические характеристики вибрации

виброперемещение (м)

$$x = x_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

x_0 – амплитуда
виброперемещения, м;

t – время, с;

$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ – угловая
частота колебаний, рад/с;

$f = 1/T$ – **линейная частота
колебаний, Гц;**

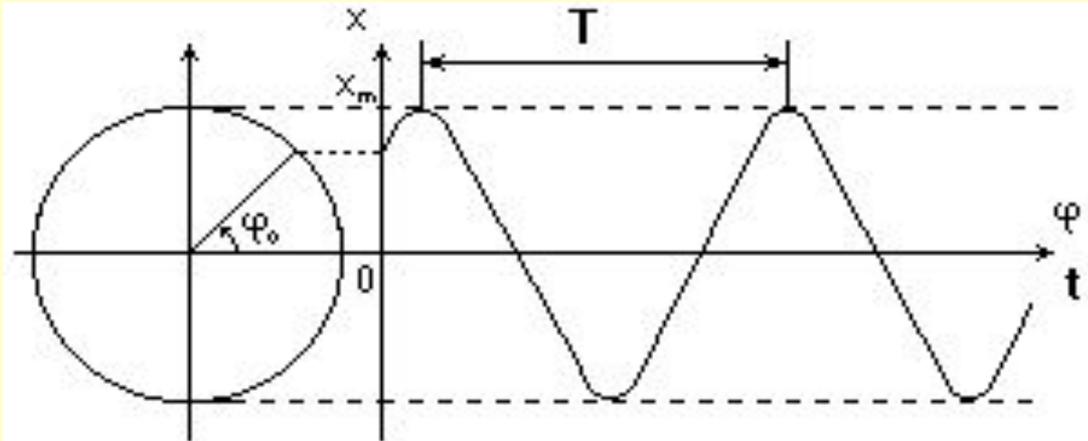
$T = t/n$ – период колебаний;

n – число полных колебаний за время t ;

φ_0 – начальная фаза колебаний в момент времени $t=0$;

$\varphi = \omega t + \varphi_0$ – полная фаза колебаний

Гармоническое колебание



$$v = \dot{x} = x_0 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

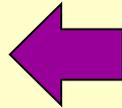
виброскорость (м/с)

$$a = \ddot{x} = -x_0 \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

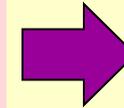
виброускорение (м/с²)

Влияние вибрации на организм человека

Общая



*Вибрация
по способу
передачи на человека*



Локальная

нарушается сердечно-сосудистая деятельность, расстраивается нервная система, нарушается подвижность

$< 0,7-1$ Гц – вызывает укачивание
 $1-2$ Гц – сонливое состояние, но не вызывают резонанса
 $6-9$ Гц – резонансный диапазон

появляются нейрососудистые расстройства рук, меняется кровенаполнение тканей, кистей рук и др.



Вибрационная болезнь – проф. заболевание, вызванное длительным воздействием интенсивной вибрации (симптомы многообразны и проявляются в нарушении работы нервной и сердечно-сосудистой систем, функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов), 3 формы

Факторы, определяющие степень воздействия

- ❑ частота и амплитуда вибрации;
- ❑ продолжительность воздействия, τ , ч;
- ❑ место приложения и направление оси вибрационного воздействия;
- ❑ явление резонанса
- ❑ индивидуальные особенности организма
- ❑ условия воздействия вибрации

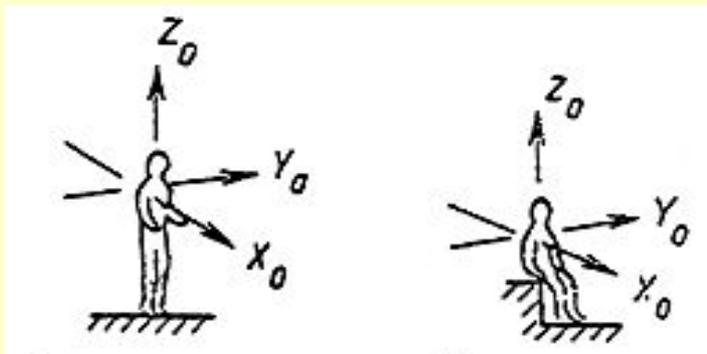
Три частотных диапазона:

НЧ (общая - 1–4 Гц;
локальная - 8–16 Гц)

СЧ (общая - 8–16 Гц;
локальная - 31,5–63 Гц)

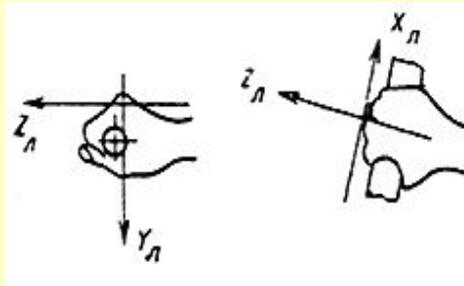
ВЧ (общая - 31,5–63 Гц;
локальная - 125–1000 Гц)

Общая вибрация

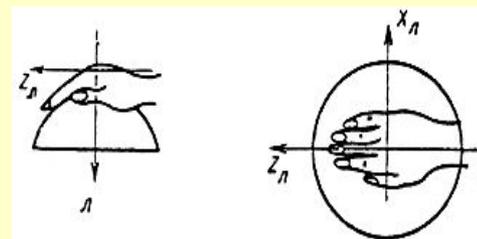


Положение стоя

Положение сидя



При охвате цилиндрических, торцовых и близких к ним поверхностей



При охвате сферических поверхностей

Физиологические характеристики вибрации

Октавная полоса частот (октава) – диапазон, верхняя и нижняя граничные частоты которого связаны соотношением $f_в = 2 \cdot f_н$

Третьоктавная полоса частот (третьоктава) – полоса частот, верхняя и нижняя частоты которой связаны соотношением $f_в = \sqrt[3]{2} \cdot f_н$

Среднегеометрические частоты:

$$f_{cp} = \sqrt{f_в \cdot f_н} = f_н \cdot \sqrt{2} \quad \text{для октавы}$$

$$f_{cp} = \sqrt[3]{f_в \cdot f_н} = f_н \cdot \sqrt[3]{2} \quad \text{для третьоктавы}$$

для локальной вибрации в виде октавных полос с $f_{cp} : 1, 2, 4, 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000$ Гц

для общей вибрации в виде октавных или 1/3 октавных полос с $f_{cp} : 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0$ Гц

Логарифмический уровень – характеристика, сравнивающая две одноименные физические величины, пропорциональные десятичному логарифму их отношения (дБ)

Физиологические характеристики вибрации

Физические характеристики	Физиологические характеристики
$f, \text{Гц}$	Δ - октавная полоса частот $\Delta: \frac{f_v}{f_n} = 2 \quad f_{cp} = \sqrt{f_v \cdot f_n} = f_n \cdot \sqrt{2}$ $\Delta/3: \frac{f_v}{f_n} = \sqrt[3]{2} \quad f_{cp} = \sqrt{f_v \cdot f_n} = f_n \cdot \sqrt[6]{2}$
$x, \text{м}$	—
$v, \text{м/с}$	$L_v = 20 \lg \frac{v}{v_0} \quad \text{дБ} \quad v_0 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}$
$a, \text{м/с}^2$	$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0} \quad \text{дБ} \quad a_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}^2$

Меры защиты от вибрации

Нормирование

ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования»

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы»

Общая вибрация по характеристике условий труда

1 категория – транспортная

2 категория – транспортно-технологическая

3 категория – технологическая:

- а)* воздействующая на операторов стационарных машин и оборудования и передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибраций
- б)* передающаяся на рабочие места в складах, столовых, бытовых, дежурных и др. производственных помещениях, где нет генерирующих вибрацию машин
- в)* на рабочих местах работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом

Нормируются параметры:

v , м/с

L_v , дБ

a , м/с²

L_a , дБ

для *общей вибрации* - в Δ и $\Delta/3$ в диапазоне 0,8–80 Гц
0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; ...31,5; 40; 50; 63; 80

для *локальной вибрации* - в Δ в диапазоне 1–1000 Гц
1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000

для продолжительности рабочей смены - 8 ч. (480 мин.)

Если $t < 480$ мин, то допустимые значения определяются:

для v или a

$$u_{\tau} = u_{480} \cdot \sqrt{\frac{480}{\tau}}$$

для L_v или L_a

$$L_{\tau} = L_{480} + 10 \cdot \lg \frac{480}{\tau}$$

u_{480} , L_{480} – допустимые значения, указанные в нормативах

При $t < 30$ мин. в качестве нормы принимают значение, вычисленное для $t = 30$ мин.

Организационные меры защиты

1. режим работы
 - рабочая смена – не более 8 ч. (480 мин.)
 - фактическое время работы в контакте с вибрацией – менее 2/3 раб. смены
 - непрерывная продолжительность воздействия вибрации – 10-15 мин
 - сверхурочные работы с вибрирующим оборудованием не допускаются
2. регламентированные перерывы (20 мин. через 1-2 ч. после начала смены; 30 мин. через 2 ч. после обеда)
3. включение в рабочий цикл технологических операций, не связанных с воздействием вибрации
4. работа с вибрирующим оборудованием должна производиться, как правило, в отапливаемых помещениях
5. графики ремонтных работ/профилактический ремонт оборудования, контроль за характеристиками виброинструмента – не реже 1 р/год
6. мед. осмотры 1 раз в год, не допуск лиц моложе 18 лет и женщин в период беременности

Технические меры защиты

1. снижение вибрации машин
(снижение вибрации в источнике)

2. проектирование технологических процессов и производственных помещений, обеспечивающих не превышение гигиенических норм вибрации на рабочих местах

3. применение средств виброзащиты, снижающих воздействие вибрации на работающих на пути ее распространения

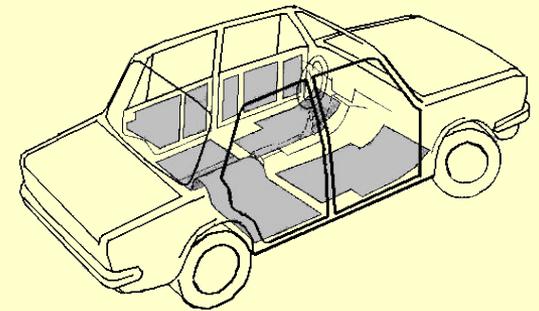
Технические меры защиты

1. снижение вибрации машин (снижение вибрации в источнике)

- *устранение дисбаланса вращающихся масс*
- *исключение резонансных режимов работы:*
 - изменением характеристик системы (массы или жесткости)
 - установлением др. (по частоте) рабочего режима
- **Вибродемпфирование** – процесс уменьшения вибрации защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний системы в др. виды энергии

Методы демпфирования:

- изготовление деталей из материалов, обладающих большим коэффициентом потерь
- нанесение на конструкцию вибродемпфирующих покрытий (ВДП)
 - жесткие (эффективны на НЧ и СЧ)
 - мягкие (эффективны на ВЧ)



Вибродемпфирование кузова автомобиля

Технические меры защиты

2. проектирование технологических процессов и производственных помещений, обеспечивающих не превышение гигиенических норм вибрации на рабочих местах

- расположение вибрирующего оборудования на оптимальном расстоянии друг от друга
- плавающие полы
- дистанционное управление, автоматизация, промышленные роботы
- замена технологических операций и процессов, требующих ударных и вращательных движений, резких ускорений

Технические меры защиты

3. применение средств виброзащиты (виброизоляции и виброгашения), снижающих воздействие вибрации на работающих на пути ее распространения

Виброизоляция



пассивная

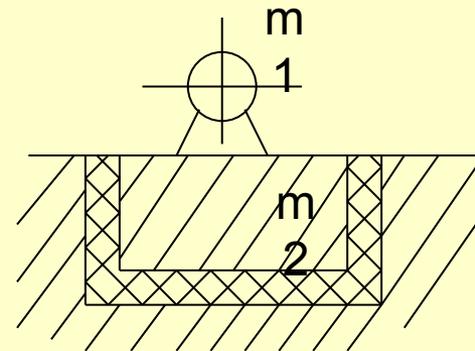
– уменьшение вибрации,
передаваемой на
машину от основания

активная

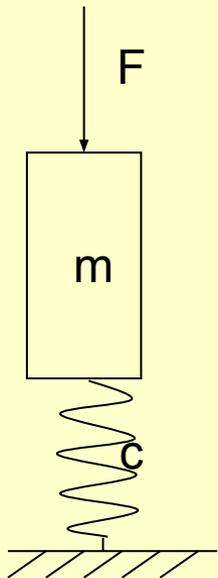
(виброизоляция машин)
– снижение вибрации,
передаваемой от
машины на основание

Технические меры защиты

Пассивная виброизоляция

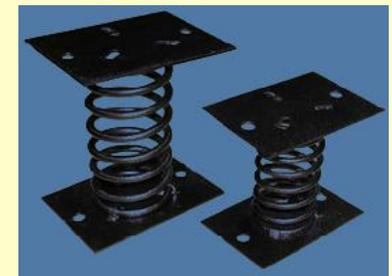


Активная виброизоляция



Виброизоляторы (амортизаторы):

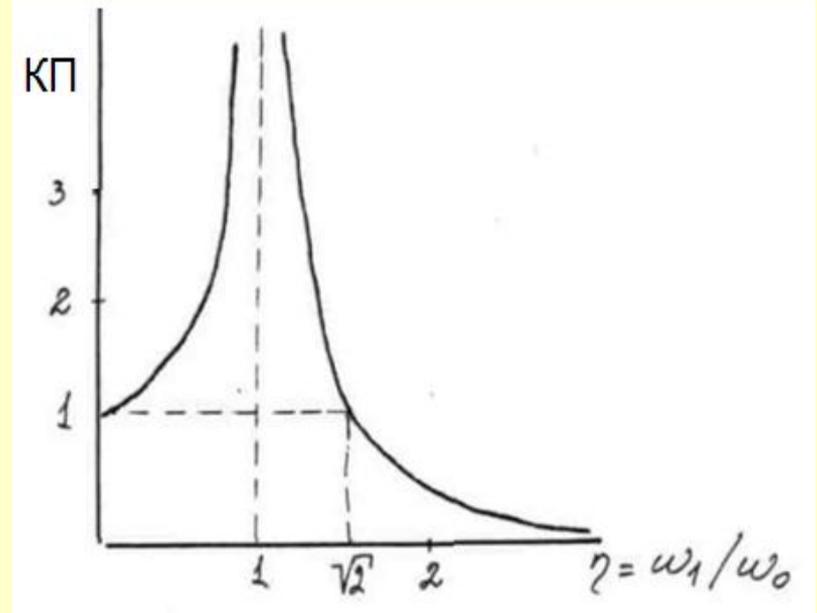
- *упругие прокладки из резины, дерева, войлока* (при скоростях вращения оборудования $n > 1800$ об/мин)
- *стальные пружины* (при $n < 1800$ об/мин + неблагоприятные условия эксплуатации (высокие температуры, наличие масел, паров, кислот, щелочей))



Коэффициент передачи вибрации на основание (КП) – показывает, какая доля динамических сил передается через амортизаторы:

$$КП = |1 - \eta^2|^{-1}$$

$$\eta = \frac{w}{w_0} = \frac{f_1}{f_0}$$



- если $f_1 < f_0$ ($w < w_0$), то $КП \rightarrow 1$ – применение амортизаторов практически бесполезно;
- если $f_1 = f_0$ – резонанс, $КП \uparrow$ – эффективность виброизоляции ничтожна, более того, амортизирующие устройства в этом случае \uparrow передачу динамических сил на основание;
- если $f_1 \geq f_0$, то $КП < 1$ и эффективность виброизоляторов возрастает с $\uparrow \eta$ (т.е. с $\uparrow f_1$)

Следовательно, условием хорошей работы является $\frac{f_1}{f_0} = \eta > \sqrt{2}$

при $\eta = 2,5 - 5$ – эффективность виброизоляторов 81-96 %

Эффективность виброизоляции

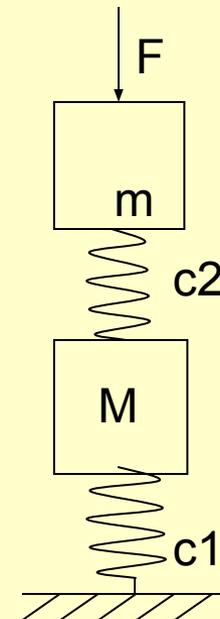
$$\Delta L = 20 \lg \left(\frac{1}{K\Pi} \right) \text{ дБ}$$

$$U = 100 \cdot (1 - K\Pi) \text{ , \%}$$

где ΔL ослабление уровня вибрации, дБ

Виброгашение

Виброгаситель крепится на вибрирующем агрегате, поэтому в нем в каждый момент времени возбуждаются колебания, находящиеся в противофазе с колебаниями агрегата



Средства индивидуальной защиты от вибраций

для рук – резиновые перчатки и рукавицы с прокладками или двойным слоем (внутренний – хлопчатобумажный, наружный резиновый), в зимнее время – теплые рукавицы

для ног – виброгасящая обувь; резиновые коврики, виброзащитные площадки (платформы)

для тела оператора – нагрудники, антивибрационные пояса, костюмы из упругодемпфирующих материалов



Перчатки антивибрационные
«Вибростат 1»



Рукавицы виброзащитные ВЗР

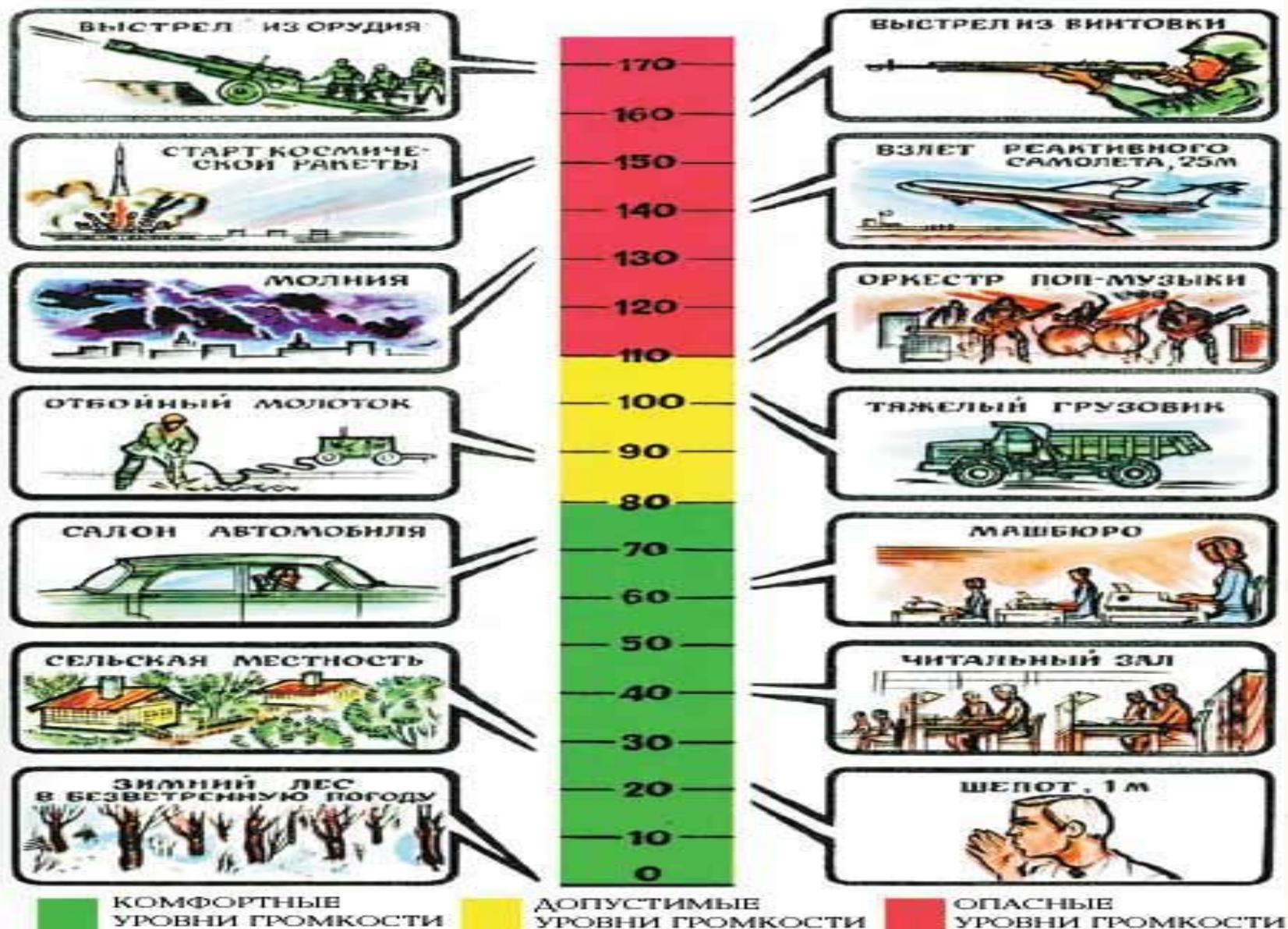
Тема 12. Защита от шума

Шум – хаотическое сочетание различных по частоте и интенсивности звуков, мешающие восприятию полезных сигналов, нарушающих тишину и неблагоприятно воздействующих на организм человека

Источники – движущиеся частицы машин, механизмов, жидкостей, воздуха и газов



Шум, окружающий человека



Характеристики звуковых колебаний

Звук – механические колебания, распространяющиеся волнообразно в упругих средах – газах, жидкостях, твердых телах

Основные физические характеристики звуковых колебаний:

- частота f , Гц $f=c/\lambda$;
- скорость распространения звука c , м/с;
- звуковое давление P , Па - разность между мгновенным давлением в точке звукового поля и средним давлением в невозмущенной среде;
- интенсивность звука в данной точке I , Вт/м² - средняя энергия в единицу времени, отнесенная к единице площади поверхности, перпендикулярной к направлению распространения волны:

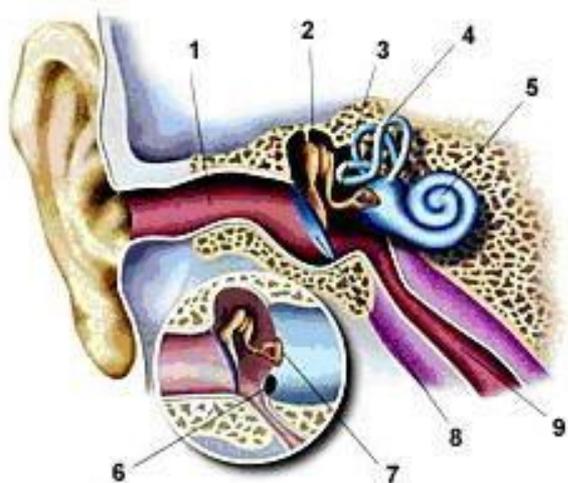
$$I = \frac{E}{\tau \cdot S}$$

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c}$$

P – звуковое давление, Па
 ρ – плотность воздуха, кг/м³
 c – скорость звука, м/с

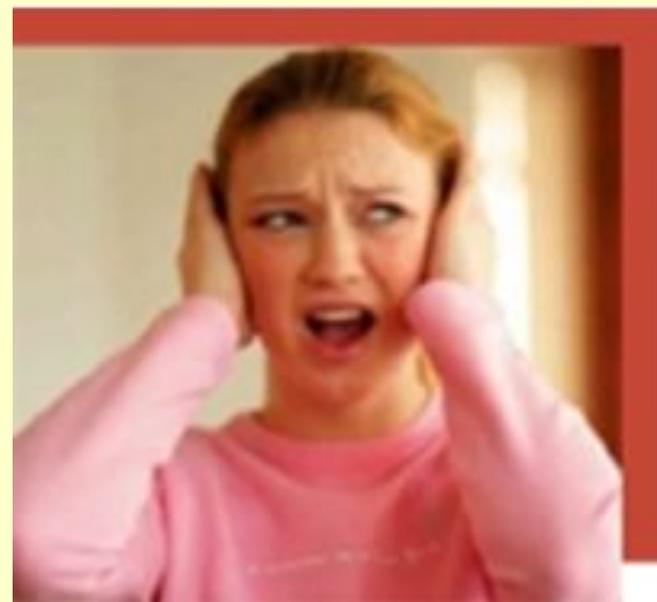
Влияние шума на организм человека и его последствия

Строение уха



- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Слуховой проход | 6. Круглое окно |
| 2. Среднее ухо | 7. Овальное окно |
| 3. Внутреннее ухо | 8. Барабанная перепонка |
| 4. Полукружные каналы | 9. Евстахиева труба |
| 5. Улитка | |

- влияние шума на слуховой орган;
- шум – общефизиологический раздражитель



Факторы, влияющие на степень поражения:

- интенсивность шума
- частота
- длительность
- повторяемость
- индивидуальная чувствительность организма
- возраст

Физиологические характеристики

Громкость шума – интенсивность слухового ощущения (громкий, тихий), неодинаково воспринимаемых различных частот и длительностей шума

1) **Частота** – одна из основных характеристик, по которой человек различает звуки



Весь диапазон слышимых частот делится на **октавы**

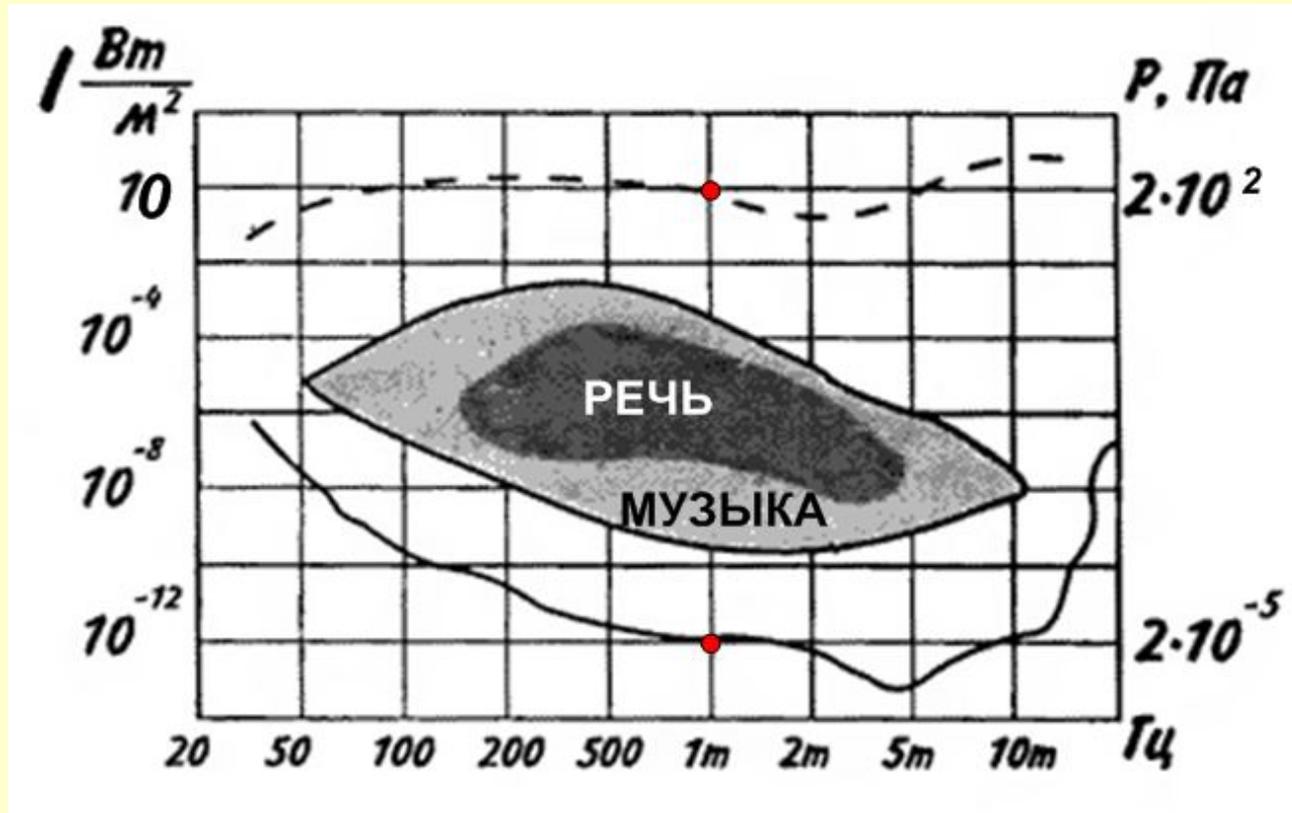
$$f_{cp} = 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 \text{ Гц}$$

НЧ звуки $f = 20 \text{ Гц} - 400 \text{ Гц}$

СЧ звуки $f = 0,400 - 1 \text{ кГц}$

ВЧ звуки $f > 1 \text{ кГц}$

Физиологические характеристики шума



порог слышимости

При $f=1$ кГц
(эталонная частота)

$$I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2, \\ P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$$

болевой порог

При $f=1$ кГц

$$I = 10 \text{ Вт/м}^2, \\ P = 2 \cdot 10^2 \text{ Па}$$

Физиологические характеристики шума

2) Уровень интенсивности звука:

$$L_I, \text{ дБ} = 10 \cdot \lg\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

3) Уровень звукового давления: т.к. $I \sim P^2$

$$L_P, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

При частоте $f=1$ кГц: $I_0=10^{-12}$ Вт/м², $P_0=2 \cdot 10^{-5}$ Па

Уменьшение уровня шума от значений L_1 до L_2

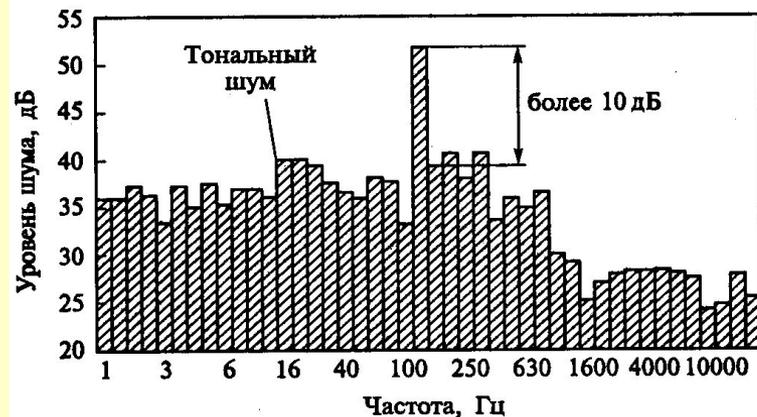
$$L_1 - L_2 = 20 \cdot \lg\left(\frac{P_1}{P_0}\right) - 20 \cdot \lg\left(\frac{P_2}{P_0}\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$$

Классификация шума

□ по характеру спектра



❖ **Широкополосный** – шум с непрерывным спектром шириной более 1 октавы



❖ **Тональный** – в одной октаве наблюдается максимум, в котором превышение над соседними полосами частот более 10 дБ, следовательно, слышится только он

□ по природе возникновения:

❖ **механические**

❖ **аэродинамические и гидродинамические**

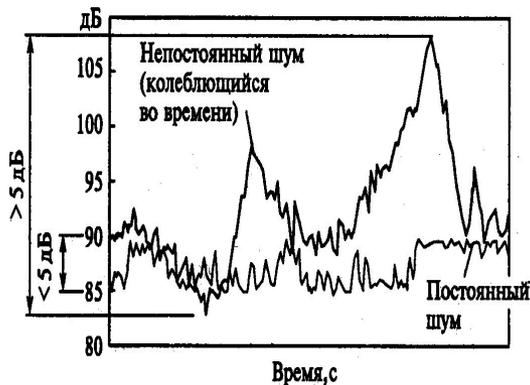
❖ **электромагнитные и др.**

Классификация шума

□ по временным характеристикам

❖ **постоянный** – изменение уровня звука в течение смены (8ч.) не более, чем на 5 дБ А

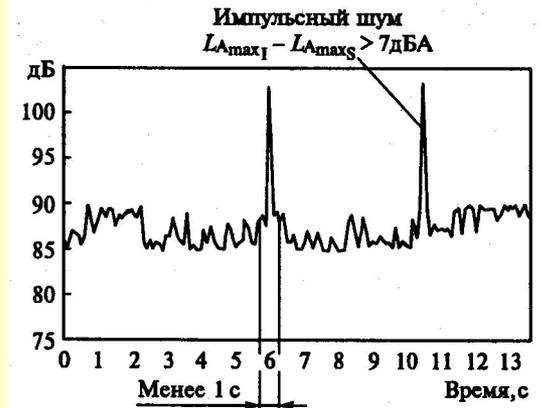
непостоянный – изменение уровня звука в течение смены более 5 дБ А



❖ **колеблющийся во времени** – уровень звука которого непрерывно изменяется во времени



❖ **прерывистый** – уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБ А и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более



❖ **импульсный** – состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука отличаются от фона более чем на 7 дБ А

Нормирование параметров шума

ГОСТ 12.1.003-83* «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности»

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»

СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003

в зависимости от вида трудовой деятельности нормируются следующие параметры:

1) L_P , дБ в 9 октавных полосах частот Δc
 $f_{cp} = 31,5; 63; \dots 8000$ Гц;

2) L_A , дБ А - уровень звука, измеренный по шкале «А» шумомера

$$L_A = 10 \lg \sum_{i=1}^9 10^{0.1(L_i + \Delta L_i)}$$

ΔL_i – корректирующая поправка, являющаяся функцией частоты (табличное значение) – имитирует чувствительность человеческого уха

Нормирование параметров шума

$L_{A \text{ доп}} = 80 \text{ дБ А}$ — на постоянных рабочих местах производственных помещений;

$L_{A \text{ доп}} = 75 \text{ дБ А}$ — работа, требующая сосредоточенности, в лабораториях с шумным оборудованием (на пультах управления без речевой связи по телефону или в шумных помещениях);

$L_{A \text{ доп}} = 65 \text{ дБ А}$ — операторская работа, диспетчерская (с речевой связью по телефону);

$L_{A \text{ доп}} = 50 \text{ дБ А}$ — в помещениях умственного труда (для программистов)

Страны	Допустимые уровни звука на рабочих местах, дБА
Австралия, Финляндия, Франция, Германия, Венгрия, Израиль, Италия, Норвегия, Испания, Швеция, Англия	85
Китай	70-80
Канада	85-90
Россия	80
США	90
Рекомендации рабочей группы комиссии ЕС	85

Организационные меры защиты

- ❑ рациональный режим труда и отдыха;
- ❑ своевременный ремонт машин и оборудования
- ❑ медосмотры



Технические меры защиты

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация
СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003

по способу реализации защиты:

1. *технические;*
2. *строительно-акустические;*
3. *архитектурно-планировочные.*

по отношению к источнику возбуждения шума:

- *снижающие шум в источнике возникновения;*
- *снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта*

1. Снижение шума в источнике возникновения

Для снижения механического шума:

1. Совершенствование технологических процессов и оборудования:

- изменение технологии производства, способа обработки и транспортирования материала и др.;
- изменение конструктивных элементов машин и оборудования;
- использование смазки, демпфирующих покрытий соударяющихся деталей;
- своевременный ремонт, балансировка вращающихся узлов

2. дистанционное управление и автоматический контроль

При сухом трении (в подшипниках, зубчатых передачах):

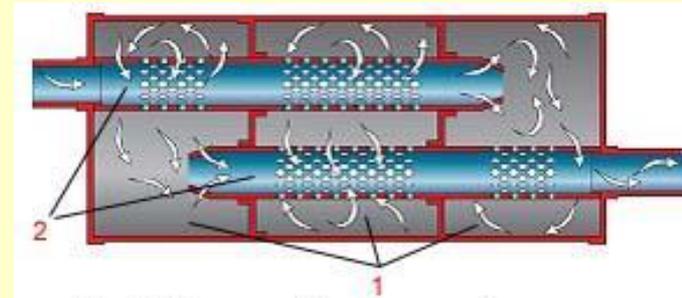
- применяют смазки и присадки;
- уменьшают относительную скорость трущихся тел;
- тщательность изготовления, плотная посадка деталей;
- использование подшипников скольжения

Снижение аэродинамического шума

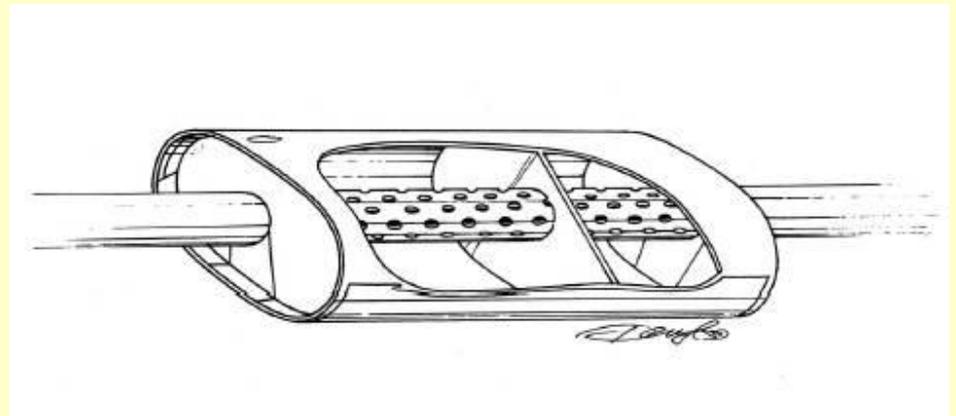
- активные (абсорбционные)
- реактивные (рефлексные)
- резонаторного типа
- комбинированные



Активный глушитель шума для систем тепловентиляции и кондиционирования жилых и производственных зданий



Реактивный лабиринтный глушитель: 1 – камеры, 2 – перфорированные трубы



Резонаторный глушитель для автомобиля

2. Снижение шума на пути его распространения

- 1) архитектурно-планировочными решениями
- 2) строительно-акустическими методами

Архитектурно-планировочные решения:

- рациональная планировка цехов;
- рациональная планировка технологического оборудования;
- рациональное размещение рабочих мест;
- рациональное акустическое планирование зон и режима движения транспортных средств и транспортных потоков;
- создание шумозащищенных зон

Суммарный уровень интенсивности звука в одной расчетной точке от **нескольких источников:**

$$L_{\Sigma}^{(f)} = 10 \lg \sum_{i=1}^k 10^{0,1 \cdot L_i^{(f)}}$$

Общий уровень интенсивности звука **n источников шума с одинаковым уровнем** интенсивности звука L_1 ,

$$L_{\Sigma} = L_1 + 10 \lg n$$

Строительно-акустические методы:

1) Звукоизоляция – способность ограждающей конструкции противостоять энергии звука, проходящего через нее

Звукоизолирующие свойства ограждения характеризуются **коэффициентом звукопроницаемости τ** – отношение звуковой энергии, прошедшей через ограждение (Вт), к падающей на него звуковой энергии (Вт):

$$\tau = \frac{W_{\text{прошедшей}}}{W_{\text{падающей}}}$$

Звукоизолирующая способность:

$$R = 10 \cdot 1g \frac{1}{\tau} \quad \text{«бесконечной» звукоизолирующей перегородки}$$

$$R = 201g Gf - K_1 \quad \text{однослойной перегородки: } G = \rho \cdot h - \text{поверхностная масса вещества, кг/м}^2; \rho - \text{плотность, кг/м}^3; h - \text{толщина перегородки, м; } f - \text{частота звука, Гц; } K_1 - \text{коэффициент}$$

$$R = L_{\text{факт}} - L_{\text{доп}} - 101g \alpha + 5 \quad \begin{array}{l} \text{кожуха: } L_{\text{факт}} - \text{фактический уровень шума, дБ;} \\ L_{\text{доп}} - \text{допустимый уровень шума, дБ;} \\ \alpha - \text{коэффициент звукопоглощения} \end{array}$$

2) Звукопоглощение – способность материала или конструкции поглощать энергию звуковых волн, которая в узких каналах или порах материала трансформируется в др. виды энергии.

звукопоглощающими принято называть **материалы** и конструкции, у которых $\alpha > 0,2$ (на СЧ $f = 0,400 - 1$ кГц)

Коэффициент звукопоглощения α – показывает какая часть падающей звуковой энергии переходит в др. среду

$$\alpha = \frac{W_{\text{поглощенная}}}{W_{\text{падающая}}}$$

α ЗАВИСИТ ОТ :

- 1) частоты звука f ;
- 2) пористости;
- 3) угла падения звуковой волны θ ;
- 4) интенсивности отраженной волны

Средства реализации звукопоглощения:

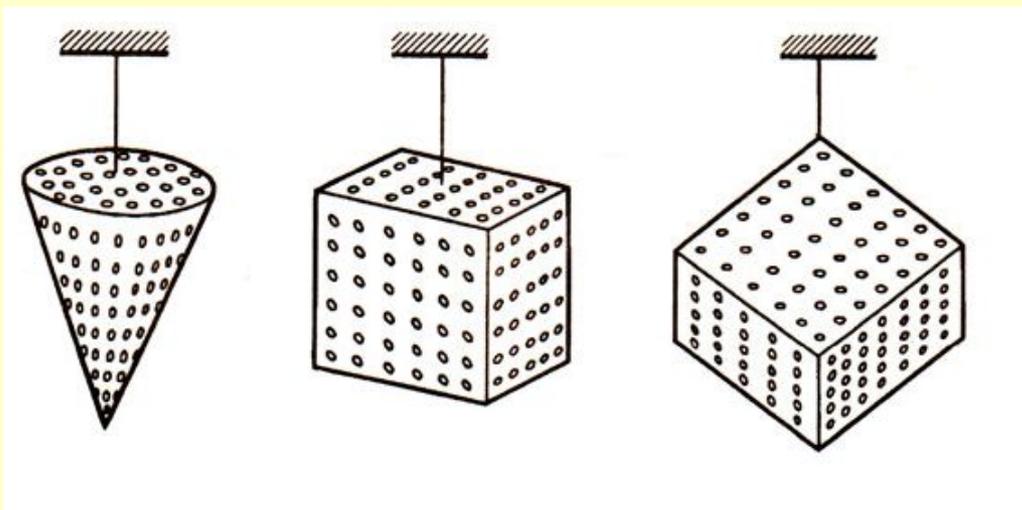
- звукопоглощающая облицовка потолка и стен, шторы на окнах;
- штучные звукопоглотители;
- интерференционный метод

Акустической характеристикой помещения является полное звукопоглощение:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i + A_{об}$$

α_i — коэффициенты поглощения поверхности площадью S_i ;

$A_{об}$ — поглощение звука оборудованием или мебелью.



Штучные звукопоглотители

Средства индивидуальной защиты

- *Внутренние*
- *Внешние*



Тема 13. Защита от инфразвука

Характеристики и источники инфразвука

Инфразвук – механические колебания упругой среды, распространяющиеся на частотах ниже 20 Гц

Естественные источники ИЗ

Промышленные источники ИЗ

- Реактивные двигатели
- Двигатели вертолетов
- Воздушные и поршневые компрессоры
- Автомобильный транспорт
- Бульдозеры
- Доменные печи
- Электropечи и др.



Защита от инфразвука

Физические характеристики инфразвука:

1. частота – f , Гц
2. скорость распространения – c м/с
3. инфразвуковое давление – P , Па
4. интенсивность инфразвуковых колебаний – I , Вт/м²

Физиологические характеристики инфразвука:

1. октавная полоса частот
2. уровень инфразвукового давления, дБ

$$L_P = 20 \lg \frac{P}{P_0}$$

3. уровень интенсивности, дБ

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

Действие на организм человека

Неприятные субъективные ощущения

Изменения в ЦНС

Изменения в сердечнососудистой системе

Изменения в дыхательной системе

Нарушение работы вестибулярного аппарата

Меры защиты от инфразвука

Нормирование инфразвука

СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки»

- 1) L_P , дБ в октавных полосах частот с $f_{cp} = 2, 4, 8, 16$ Гц
Максимальное значение $L_{доп} = 100$ дБ
- 2) $L_{Робщ}$, дБ Лин измеренный по шкале шумомера «линейная»
дБ Лин. Максимальное значение $L_{доп} = 100$ дБ Лин

Организационные меры защиты

- 1) режим труда и отдыха
- 2) к работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие соответствующий курс обучения и инструктаж по технике безопасности
- 3) предварительные и периодические медосмотры
- 4) контроль уровней звукового давления оборудования

Технические меры защиты

1. защита расстоянием
2. снижение инфразвука в источнике возникновения на этапах возбуждения колебаний и излучения звука
3. конструктивное изменение источников

Индивидуальные меры защиты

Защита органов слуха и головы

Широкие пояса в области живота

Тема 14. Защита от ультразвука

Характеристики и источники ультразвука

Ультразвук – механические колебания упругой среды с частотами большими верхней границы слышимости (от 18-20 кГц)

Источники

- Обезжиривание
- Очистка
- Пайка
- Сварка
- Дефектоскопия
- УЗИ и др. мед. исследования
- Радиология
- Геофизические исследования и др.



Характеристики и источники ультразвука

Характеристики:

1. частота – f , Гц
2. скорость распространения – c м/с
3. давление ультразвука – P , Па
4. интенсивность ультразвуковых колебаний – I , Вт/м²

Действие на организм человека

Воздушный ИЗ – изменения ЦНС, сердечнососудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов

Контактный УЗ – нарушение капиллярного кровообращения в кистях рук, снижение плотности костной ткани (профзаболевание – полиневрит рук)

Физиологические характеристики:

1. октавные и третьоктавные полосы частот
2. уровень ультразвукового давления, дБ

$$L_P = 20 \lg \frac{P}{P_0}$$

3. уровень интенсивности, дБ

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

По спектральным характеристикам :

- НЧ УЗ с $f_{cp} = 16 - 63$ кГц
- СЧ УЗ с $f_{cp} = 125 - 250$ кГц
- ВЧ УЗ с $f_{cp} = 1,0 - 31,5$ МГц

Меры защиты от ультразвукового излучения

Нормирование ультразвука

ГОСТ 12.1.001-89.ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности
СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения

Воздушный ультразвук

f_{cp} , кГц ($\Delta/3$)	12,5	16	20	31,5 - 100
L_P^{don} , дБ	80	90	100	110

Контактный ультразвук

$$L_v = 20 \lg V/V_0,$$

Где V_0 - опорное значение виброскорости, $5 \cdot 10^{-8}$, м/с

f_{cp} , кГц (Δ)	16-63	125-500	1000-31500
V , м/с	$5 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$
L_v^{don} , дБ	100	105	110

Технические меры защиты

1. *Защита от воздушного УЗ*: защита расстоянием, средства звукоизоляции и звукопоглощения
2. *Защита от контактного УЗ*: исключение непосредственного соприкосновения работающих с источником УЗ (вспомогательные операции – при выключенном источнике УЗ, специальные приспособления или инструмент с удлинёнными и виброизолированными ручками)
3. автоматизация и дистанционное управление источниками УЗ

Индивидуальные меры защиты

Защита от воздушного УЗ – противошумы:

- внутренние (беруши)
- внешние (наушники)

Защита от контактного УЗ – нарукавники, рукавицы или перчатки