

ЛЕКЦИЯ

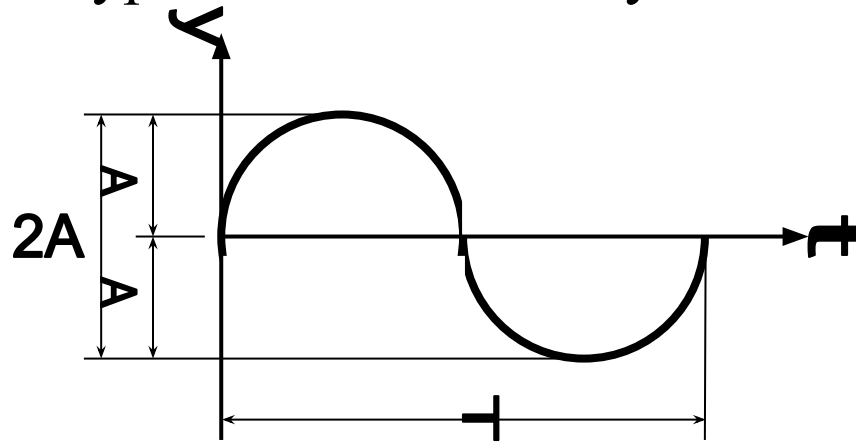
Защита от вибрации и шума



МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Под *вибрацией* обычно понимают колебания тела, обусловленные его инерцией и упругими свойствами.

Простейшими механическими колебаниями являются гармонические, описываемые уравнениями вида: $y = \sin \omega t$



где: y - текущее отклонение рассматриваемой точки тела или среды относительно положения равновесия;

A - амплитуда колебания, т.е., наибольшее отклонение от среднего положения, мм;

$2A$ - полный размах колебания, мм;

$\omega = 2\pi / T$ - круговая (циклическая, угловая) частота колебаний, рад./сек;

T - период колебаний, т.е., время между двумя соседними состояниями точки;

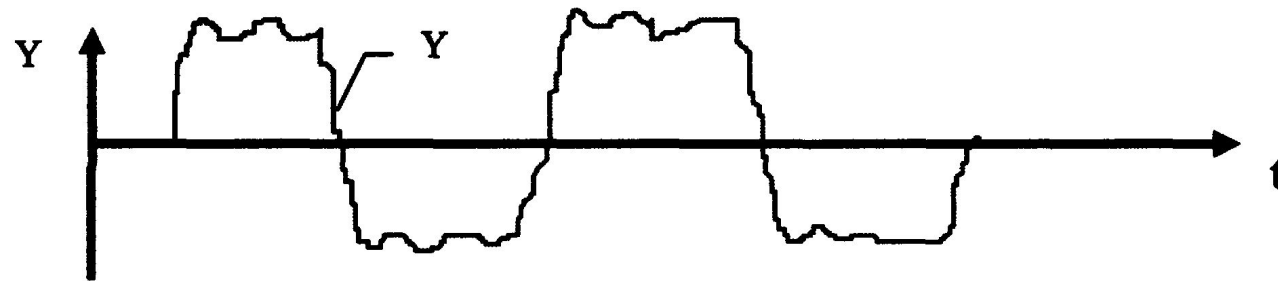
t - текущее время, сек.



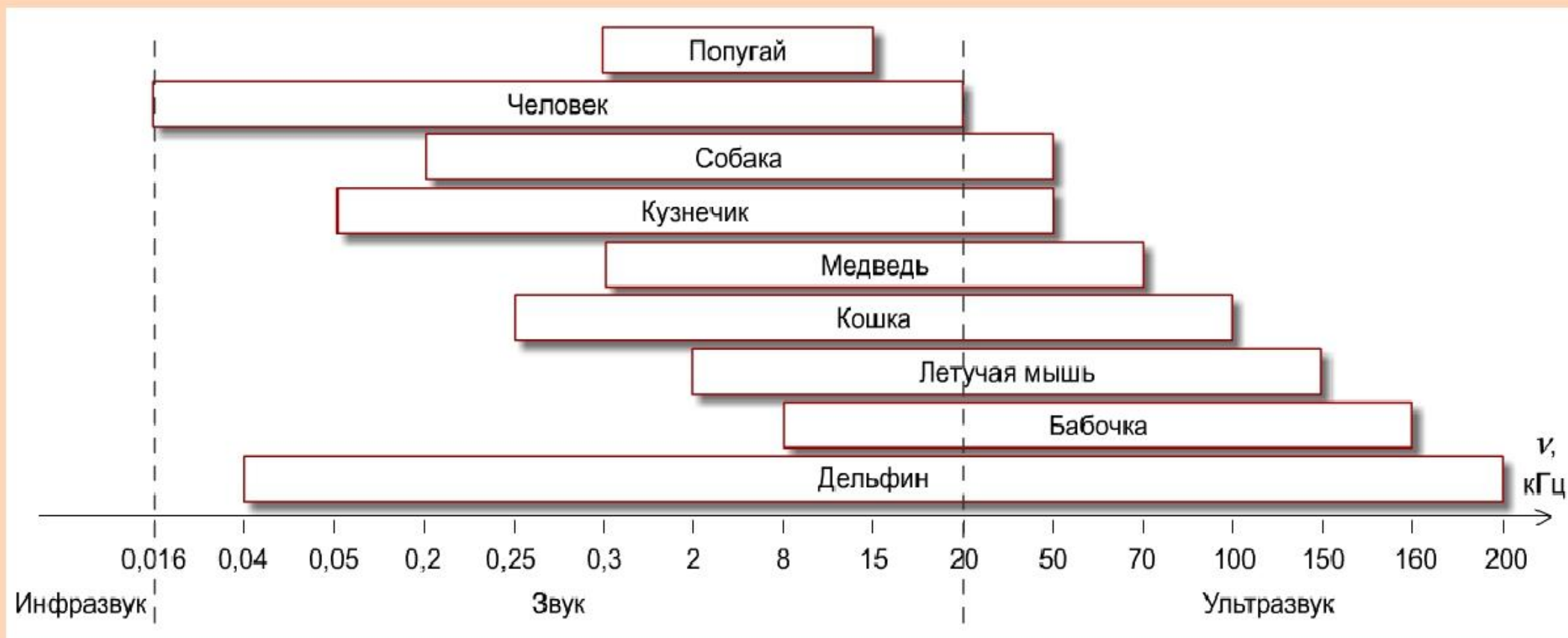
Частота колебаний: $f = 1/T$, показывающее число колебаний в секунду.
Частота колебаний выражается в Герцах (1 Гц = 1 колебание в секунду).

Диапазон частот, воспринимаемый человеческим ухом, находится в пределах 16 – 20.000 Гц.

В практике гораздо чаще встречаются периодические и не гармонические колебания



Диапазоны частот, воспринимаемые человеком и некоторыми животными



АКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Хаотическое сочетание звуков, различных по частоте и силе, возникающих в результате колебаний упругой среды (воздуха) и не несущие информации, называется **шумом**.

Если размеры препятствия меньше длины волны, то волна огибает их у краев. Эта особенность распространения акустических волн называется **ДИФРАКЦИЕЙ**.

Если препятствие больше длины волны, то звуковые волны непосредственно за препятствие не проникают, образуя зону тишины (рис.1).

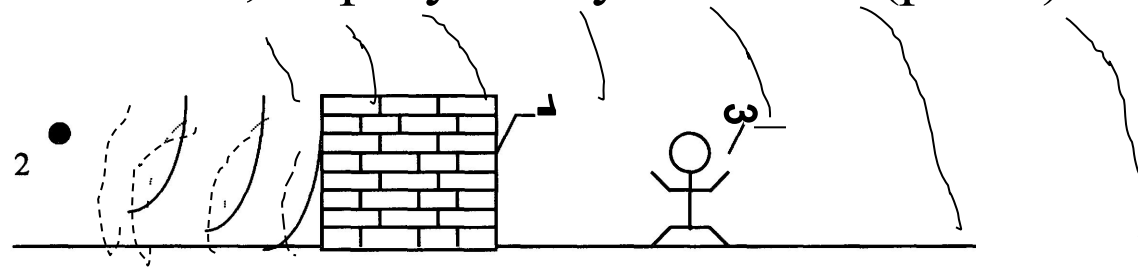
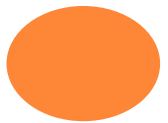
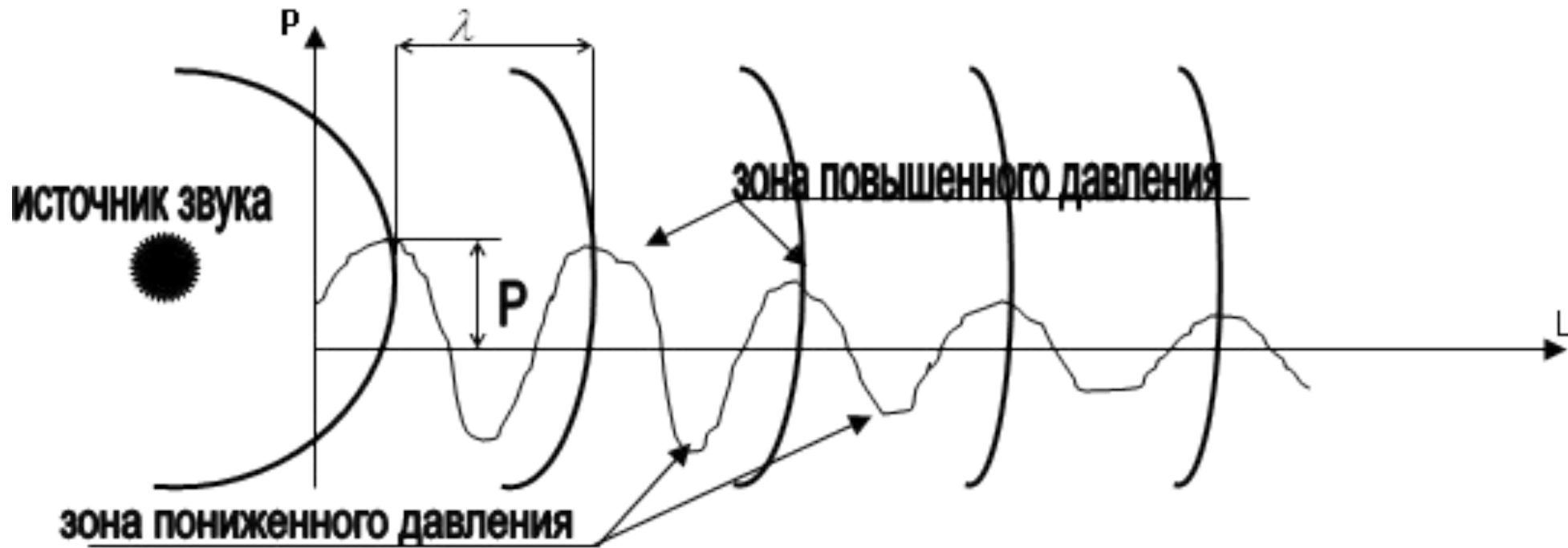


Рис. 1-экран, 2-источник, 3-зона тишины.



Распределение давления в средах при волновом возмущении

(λ -длина звуковой волны, P -перепад давления).

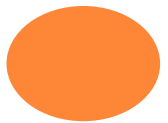


Расстояние между соседними областями повышенного или пониженного давления называется **длиной звуковой волны**.

Из опытных данных известно, что **скорость распространения звука** тем больше, чем меньше упругость среды.

Например, скорость звука составляет:

- в воздухе при $t = 20^{\circ}\text{C}$ $c = 340 \text{ м/с.}$,
- в воде $c = 1500 \text{ м/с.}$,
- в стали $c = 5000 \text{ м/с.}$,
- в резиновом стержне $c = 40 - 150 \text{ м/с.}$,
- в тканях человека $c = 1500 \text{ м/с.}$



Скорость звука (c) связана с длиной волны (λ) и частотой колебаний (f) следующим равенством:

$$c = \lambda * f$$

Из формулы вытекает, что чем выше частота колебаний (f), тем меньше длина звуковой волны (λ) и наоборот.

Так, например, при частоте 50 Гц длина звуковой волны составляет 680 см, а при частоте 10.000 Гц-3, 4 мм.



ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКА ШУМА

ЗВУКОВОЕ ДАВЛЕНИЕ. В результате колебаний источника звука возникает звуковое давление. За единицу измерения акустического давления принимают Паскаль ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$)

ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗВУКА. Под интенсивностью звука понимается количество звуковой энергии J , проходящей в 1 сек, через площадь, равную 1 см^2 , перпендикулярно распространению звуковой волны. Интенсивность звука измеряют в ваттах на 1 м^2 (Вт/м^2) по формуле:

$$J = P^2 / \rho c$$

- P - звуковое давление. Па,
- ρ - плотность среды, г/см^3 (кг/м^3),
- c - скорость звука, м/с

АКУСТИЧЕСКАЯ МОЩНОСТЬ - это общее количество звуковой энергии, излучаемой источником за единицу времени, которое измеряется в ваттах:

$$W = 4 \pi R^2 P^2 / \rho c$$



ШКАЛА ДЕЦИБЕЛ, УРОВНИ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

В настоящее время в акустике для оценки **уровня силы звука** принята логарифмическая шкала децибел.

За единицу измерения уровня силы звука принят **Бел**, представляющий собой десятичный логарифм отношения определяемой интенсивности (силы) звука в данной точке к пороговой интенсивности звука J_0 , т.е.:

$$B = \lg(J/J_0)$$

где: J - определяемая интенсивность звука,

J_0 - интенсивность звука на нижнем пороге слышимости, соответствующая энергии 10^{-12} Вт/м.

Установлено, что орган слуха человека способен фиксировать изменение звуковой интенсивности на одну десятую бела (0, 1 Б).

На практике для удобства измерения весь диапазон слышимых звуков измеряют в **децибелах** - единицах измерения в 10 раз меньших, чем бел.



НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ:

Звуковой комфорт – 20 дБ

Шум проезжей части улицы – 60 дБ

Интенсивное движение – 80 дБ

Работа пылесоса – 75 – 80 дБ

Шум в метро – 90 – 100 дБ

Концерт – 120 дБ (область травмирующего действия шума)

Взлет самолета – 145 – 150 дБ

Взрыв атомной бомбы – 200 дБ

При уровне шума более 160 дБ наступает смерть (без средств защиты).



ЧАСТОТНЫЕ СПЕКТРЫ ШУМА И ВИБРАЦИИ

Спектр - совокупность различных значений, которые может принимать физическая величина. Для колебательных процессов - это совокупность простых гармоничных колебаний, на которые может быть разложен сложный колебательный процесс.

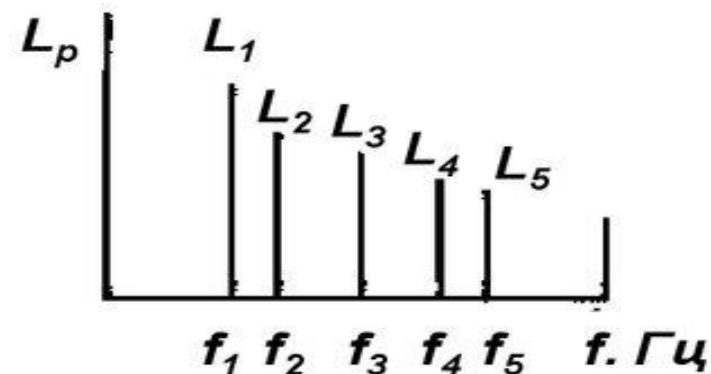
Разложение сложного колебательного процесса на простейшие составляющие называется *частотным анализом процесса*



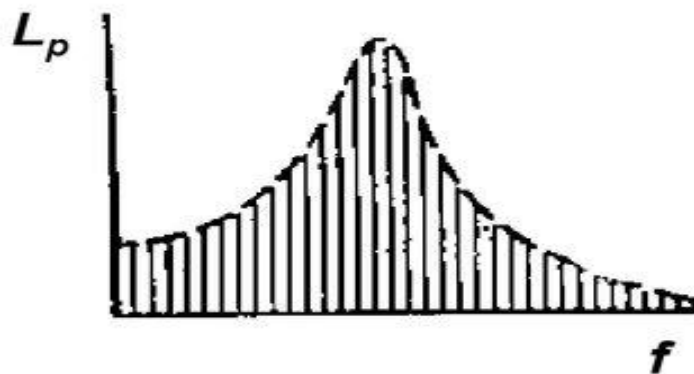
Частотный спектр звука

Частотный спектр – это графическое изображение разложения уровня звукового давления по частотным составляющим. Спектральные характеристики помогают определить наиболее вредные звуки и разработать мероприятия по борьбе с производственным шумом.

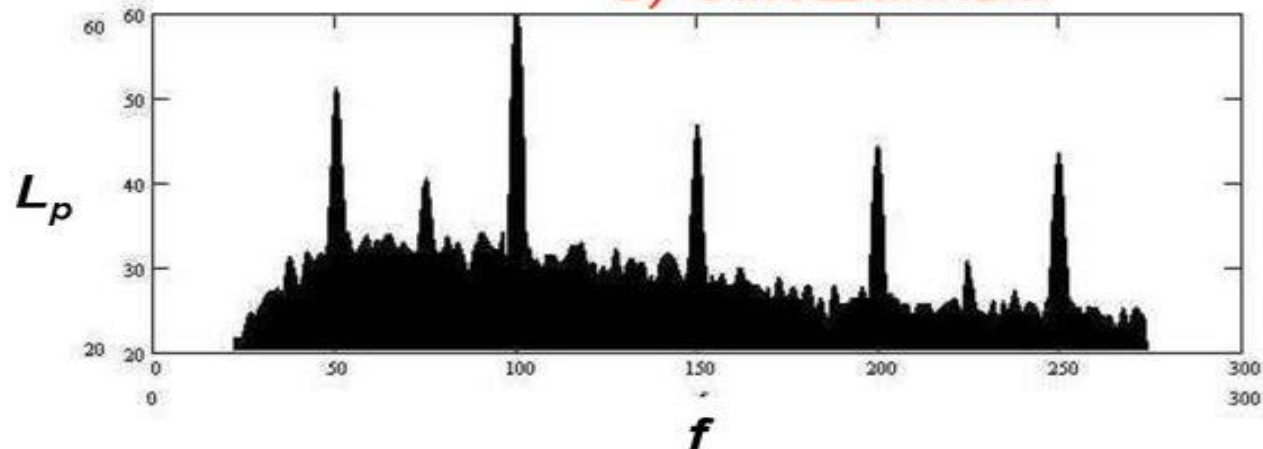
а) Дискретный



б) Сплошной



в) Смешанный



СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Так как орган слуха человека обладает не одинаковой чувствительностью к звуковым колебаниям различной частоты, весь диапазон частот на практике разбит на октавные полосы.

Октавной называется полоса частот, в которой отношение верхней f_v к нижней f_n граничных частот равно 2, т.е. $f_v / f_n = 2$.

Полоса характеризуется средней частотой, а соотношение этих частот $1/2$.

Среднегеометрические частоты нормированы, а анализаторы спектра шума имеют фильтры с определенными по ГОСТ 12090-80 среднегеометрическими частотами: 2, 4, 8, 16, 32, **63, 125, 350, 500, 1000, 2000, 4000, 8000** Гц.

Для оценки звука применяют 8 октав.



Шум и его характеристики

Уровень звукового давления измеряют в октавных полосах частот. Октава характеризуется среднегеометрической частотой, в октаве соотношение нижней и верхней границ частот равна $1/2$.

Среднегеометрические частоты октавных полос

63

125

250

500

1000

2000

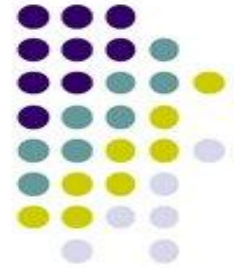
4000

8000

Гц



Нормирование шума



- Основой для нормирования служат объективные физиологические реакции человека на воздействие шума.
- При нормировании исходят из того, что работа возможна не в наилучших условиях, а в приемлемых условиях, т.е. когда вредное воздействие шума не проявляется или проявляется незначительно.
- Нормирование, кроме этого, зависит от вида шума.
- Производственные шумы делятся на:
 - низкочастотные – до 300 Гц;
 - среднечастотные – до 800 Гц;
 - высокочастотные – более 800 Гц.

*

Виды вибрации



Общая

(воздействие на все тело)

Нарушение сердечной деятельности, расстройство нервной системы, спазмы сосудов, изменения в суставах

По способу передачи телу человека

Локальная

(на отдельные части тела – через руки)

Спазмы сосудов, нервно-мышечные и кожно-суставные изменения


Профессиональное заболевание – **вибрационная болезнь**

НОРМИРОВАНИЕ ВИБРАЦИИ

Нормируемыми параметрами вибрации являются: **амплитуда перемещений** (мм) и **колебательная скорость** (м/с или мм/с).

Вибрация, воздействующая на человека, нормируется для каждого направления в каждой октавной полосе. Важное гигиеническое значение имеет частота вибрации. **Частоты порядка 35 – 250 Гц** наиболее характерные при работе с ручным инструментом, могут **вызывать вибрационную болезнь** со спазмом сосудов.

Частоты ниже 35 Гц вызывают изменения в нервно-мышечной системе и суставах. Наиболее опасны производственные вибрации равные или близкие к частоте колебания человеческого организма или отдельных органов от 6 до 10 Гц. Колебания с такой частотой **вливают на психологическое состояние человека.**



ЗАЩИТА ОТ ШУМА

- ❑ Снижение шума в источнике (улучшение конструкции машин или изменения технологического процесса)
- ❑ Изменение направленности шума
- ❑ Звукоизоляция
- ❑ Акустическая обработка помещения
- ❑ СИЗ



check-and-check.ru



Средства защиты от вибрации

Средства коллективной защиты

Снижение вибрации в источнике ее возникновения

(например, уравнивание и балансирование, недопущение резонансных режимов и т.д.)

Снижение вибрации на пути ее распространения

(например, вибропоглощение, дистанционное управление, защитное ограждение и т.д.)

Организационно-технические мероприятия

(например, своевременный ремонт и техосмотр, контроль параметров вибрации)

Лечебно-профилактические мероприятия

(например, медосмотр, специальные режимы труда и отдыха и т.д.)

Средства индивидуальной защиты

СИЗ для рук

(например, рукавицы, перчатки и т.д.)

СИЗ для ног

(например, специальная обувь, коврики, наколенники и т.д.)

СИЗ для тела

(например, пояса, специальные костюмы и т.д.)



Ультразвук и инфразвук



- Механические колебания, частота которых превышает 20 000 Гц, называется ультразвуковыми, а колебания с частотами менее 16 Гц – инфразвуковыми.
- Ультразвук и инфразвук распространены в природе так же широко, как и волны звукового диапазона. Их излучают и используют для своих «переговоров» дельфины, летучие мыши и некоторые другие существа.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

