

# ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ



1. Производственный шум
2. Вибрация
3. Инфразвук
4. Ультразвук

# 1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ

- Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в упругой среде (твердой, жидкой или газообразной).

**Длительное воздействие шума**



- Снижение остроты слуха и зрения
- Повышение кровяного давления
- Головные боли
- Снижение памяти

Профессиональное  
заболевание –  
тугоухость

# Основные характеристики



- Звуковые колебания  $f = 16 - 20000$  Гц;
- Инфразвук  $f < 16$  Гц;
- Ультразвук  $f > 20000$  Гц.
  
- **Звуковое давление** - переменное давление  $P$ , возникающее при звуковых колебаниях частиц среды (дополнительно к атмосферному), Па.

- **Интенсивность звука  $I$**  – это количество энергии, переносимое звуковой волной за единицу времени через единицу площади поверхности, перпендикулярной к направлению распространения волны:

$$I = P^2/\rho c,$$

- $I$  – интенсивность звука, Вт/м<sup>2</sup>;  $P$  – звуковое давление, Па;  $\rho$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;  $c$  – скорость звука в среде, м/с.

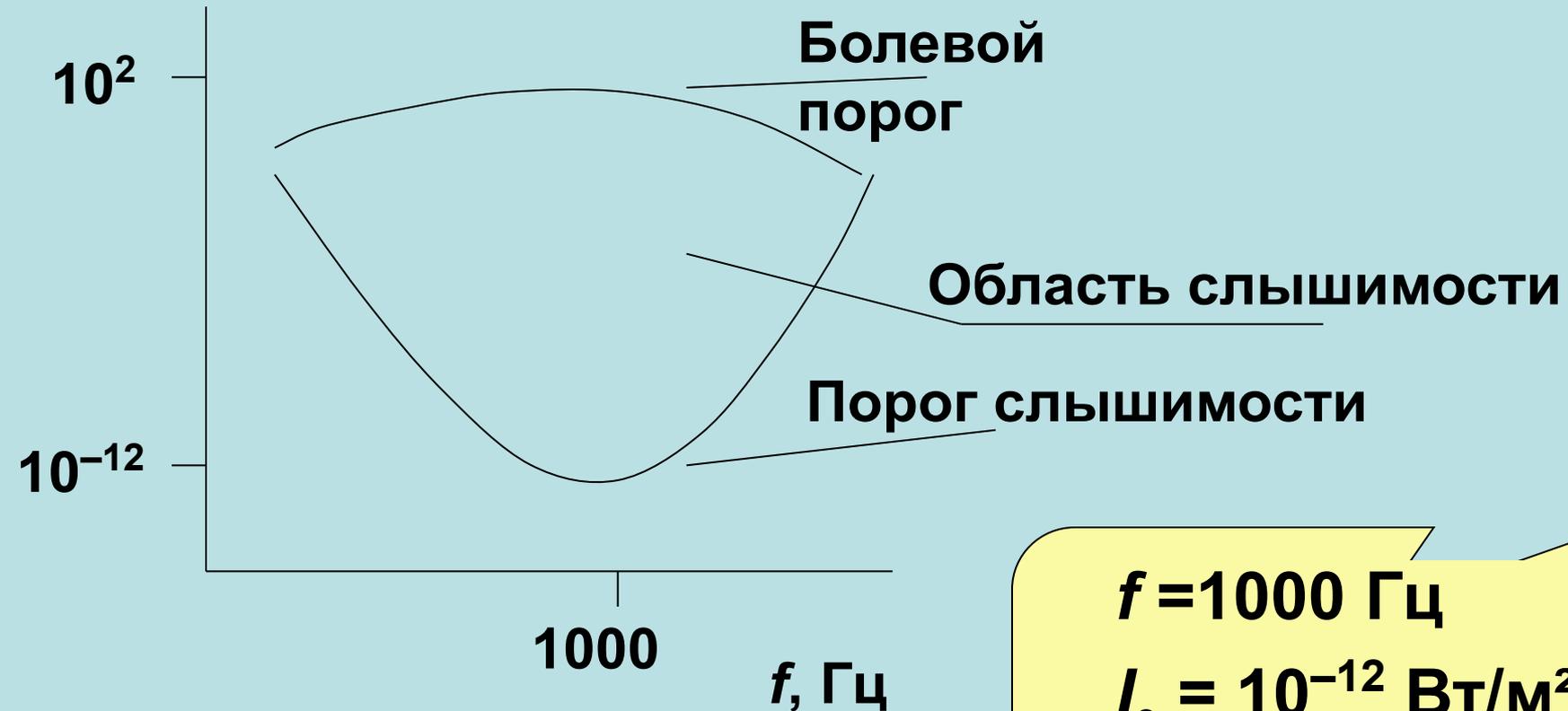
- Минимальное звуковое давление  $P_0$  и минимальная интенсивность звука  $I_0$ , различаемые ухом человека - **порог слышимости.**
- Наибольшие интенсивность звука и давление, воспринимаемые на слух, создающие ощущение боли – **болевого порог.**

$$f = 1000 \text{ Гц}$$

$$P_{\text{бп}} = 2 \cdot 10^2 \text{ Па,}$$

$$I_{\text{бп}} = 10^2 \text{ Вт/м}^2$$

$I, \text{ Вт/м}^2$



$$f = 1000 \text{ Гц}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2,$$

$$P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$$

# Уровни

- **Уровень интенсивности звука**

$$L_I = 10 \lg (I/I_0),$$

где  $I$  – интенсивность звука в данной точке;  
 $I_0$  – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости.

- **Уровень звукового давления**

$$L_p = 20 \lg (P/P_0),$$

где  $P$  – звуковое давление в данной точке;  $P_0$  – пороговое звуковое давление.

# Октавы

- Для определения частотной характеристики шума звуковой диапазон по частоте разбивают на октавные полосы частот (октавы), где верхняя граничная частота  $f_{\text{в}}$  равна удвоенной нижней частоте  $f_{\text{н}}$  или

$$f_{\text{в}} / f_{\text{н}} = 2.$$

- Октавная полоса характеризуется среднегеометрической частотой

$$f_{\text{ср}} = (f_{\text{н}} \cdot f_{\text{в}})^{1/2}.$$

# Классификация шумов

- **По характеру спектра:**
  - широкополосный, с непрерывным спектром шириной более одной октавы,
  - тональный, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

- **По временным характеристикам:**

- постоянный, уровень которого за 8-часовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБА,
- непостоянный (колеблющийся во времени, прерывистый, импульсный) - более чем на 5 дБА.

- **По частоте:**

- низкочастотные ( $< 400$  Гц),
- среднечастотные (400 – 1000 Гц),
- высокочастотные ( $> 1000$  Гц).

# Шумомер

- Прибор шумомер имеет шкалу А (в дБА). Эта шкала имитирует частотную чувствительность человеческого уха (1000 Гц)



# Нормирование 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 и общественных зданий”.
- Два метода нормирования шума на рабочих местах.

1. Нормирование по предельному спектру шума – **основной метод для постоянных шумов.** Нормирование ведется в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. **(Предельно допустимые уровни звукового давления в дБ)**
2. Нормирование уровня звука в дБА. Используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума. Основан на измерении шума по стандартной шкале А шумомера в дБА. **(Предельно допустимые уровни звука для постоянного шума и эквивалентные уровни звука в дБА для непостоянного шума)**

№	Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, научная деятельность, программирование, преподавание, обучение	<b>86</b>	<b>71</b>	<b>61</b>	<b>54</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>50</b>
2	Измерительные и аналитические работы в лаборатории	<b>93</b>	<b>84</b>	<b>79</b>	<b>70</b>	<b>68</b>	<b>57</b>	<b>55</b>	<b>52</b>	<b>49</b>	<b>60</b>

# Мероприятия для снижения шума

- **уменьшение уровня шума в источнике его возникновения:**
  - **повышение точности изготовления машин;**
  - **замена ударных процессов на безударные (штамповку – на прессование);**
  - **повышение качества балансировки вращающихся деталей, улучшение смазки трущихся поверхностей;**
  - **использование незвуковых материалов (пластмассы).**
- **звукопоглощение – звуковая энергия переходит в теплоту за счет потерь на трение в порах материала;**

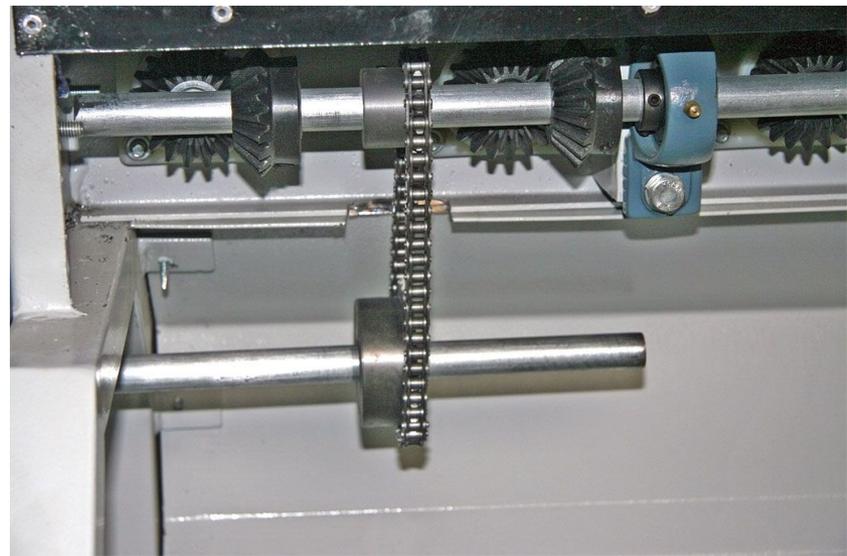




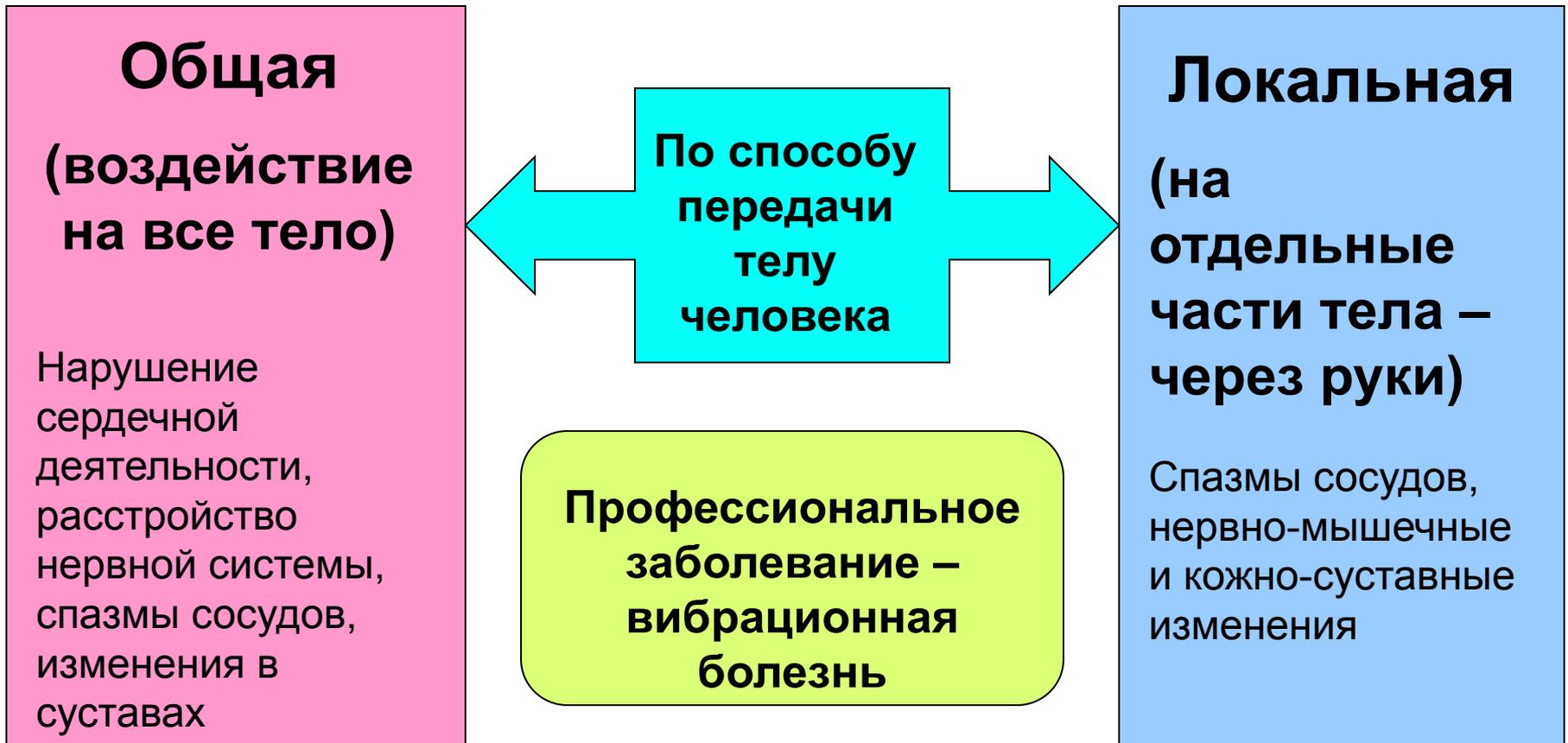
- звукоизоляция – звуковая энергия отражается от ограждений (звукоизолирующие ограждения, кожухи, акустические экраны);
- установка глушителей шума;
- рациональное размещение оборудования;
- применение СИЗ: противошумные наушники, шлемы, вкладыши типа “беруши”.

## 2. ВИБРАЦИЯ

- **Вибрация** представляет собой колебательные движения упругих тел, конструкций, сооружений около положения равновесия. Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов.

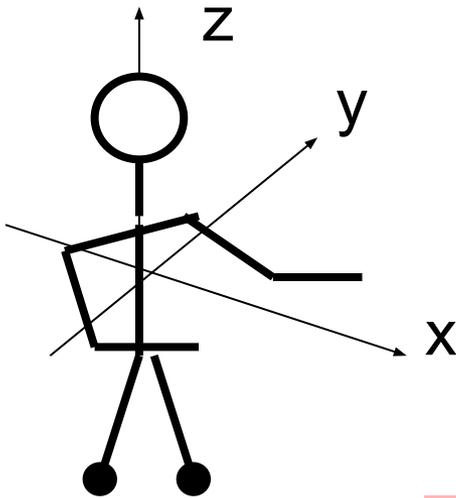


# Виды вибрации



# По направлению действия

вибрация подразделяется в соответствии с направлением ортогональной системы координат



# По временной характеристике

- **постоянная вибрация** – для которой контролирующий параметр за время действия изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ);
- **непостоянная вибрация** – параметр за время наблюдения изменяется более чем в 2 раза (на 6 дБ).

# В зависимости от источника ВОЗНИКНОВЕНИЯ

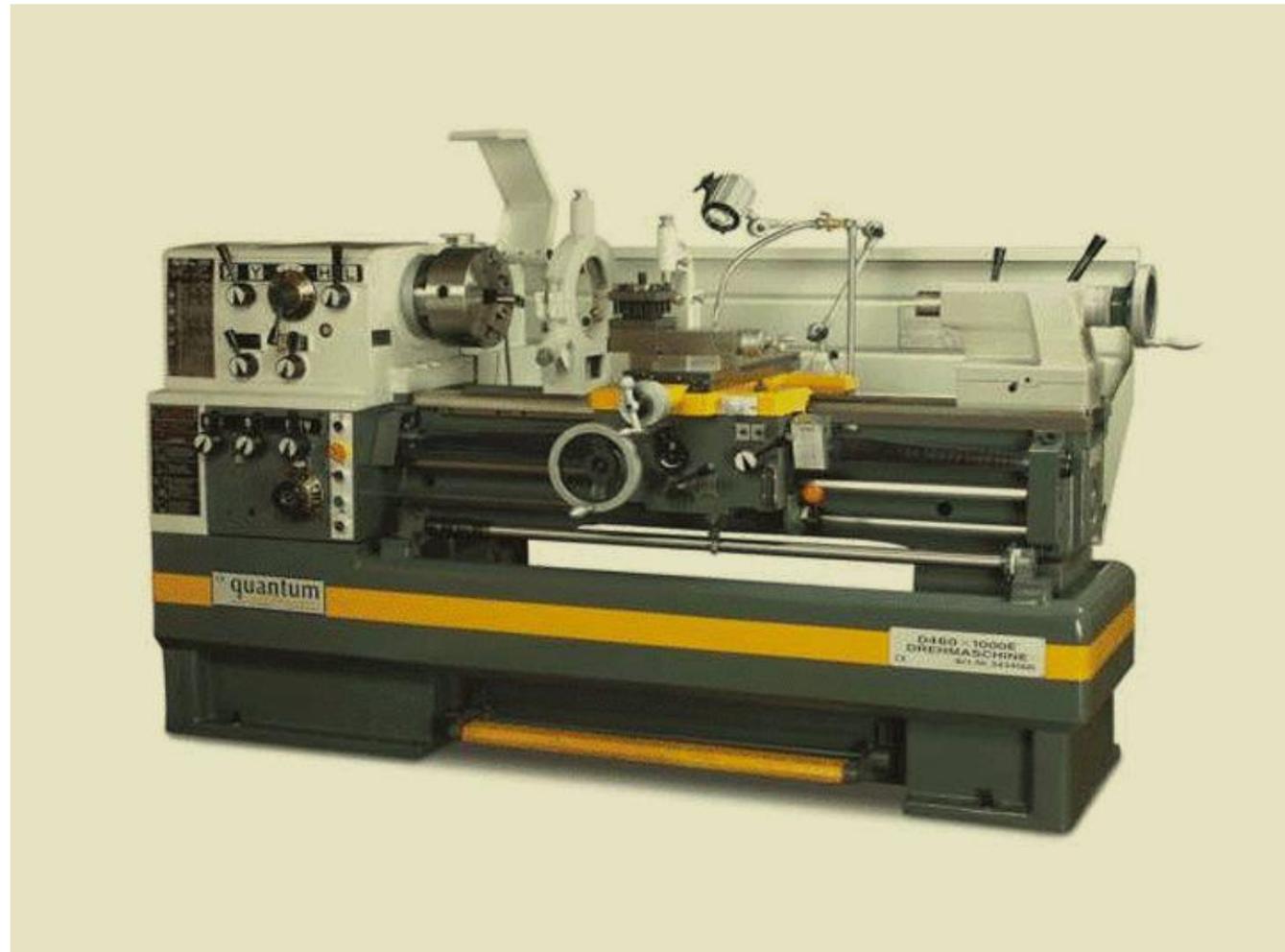
## 1. транспортная



## 2. транспортно-технологическая



### 3. технологическая



# Характеристики вибрации

- Частота колебаний  $f = 1/T$ , Гц
- Амплитуда колебаний  $A$  – наибольшее смещение колеблющейся точки от нейтрального положения, мм.
- Скорость вибрации – первая производная смещения во времени, м/с:  $V = 2\pi fA$ ,
- Ускорение вибрации – вторая производная смещения во времени, м/с<sup>2</sup>:  $a = 4\pi^2 f^2 A$ .
- Логарифмические уровни виброскорости и виброускорения, дБ:

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

$$L_a = 20 \lg a/a_0,$$

действующие эффективные значения скорости

$V_0 = 5 \cdot 10^{-5}$  мм/с, ускорения  $a_0 = 0,3$  мм/с<sup>2</sup>.

# Нормирование вибрации

- ГОСТ 12.1.012–90 “ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования”,
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

# Нормируемые параметры

- Среднеквадратичные значения виброскорости в м/с, а также их логарифмические уровни в дБ в октавных полосах частот.
  - Для общей вибрации – в октавных полосах среднегеометрическими частотами: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц,
  - для локальной вибрации – в октавных полосах 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц.
- Регламентируется также продолжительность воздействия локальной и общей вибрации в зависимости от степени превышения ее параметров над нормативными значениями.

# Методы защиты от вибрации

1. Снижение вибрации в источнике ее возникновения.
  - замена динамических технологических процессов статическими (ковку и штамповку – прессованием);
  - тщательный выбор режима работы оборудования;
  - тщательная балансировка вращающихся механизмов.
2. Уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника.
  - Вибродемпфирование - превращение энергии механических колебаний в тепловую (сплавы Cu-Ni, Ni-Ti, пластмасса, дерево, резина);
  - Виброгашение - установка вибрирующих машин на виброгасящие фундаменты;
  - виброизоляция (амортизаторы, пружинные опоры, упругие прокладки из резины или пробки);
  - средства индивидуальной защиты.

# 3. Инфразвук

- Инфразвук (ИЗ) – это область акустических колебаний с частотой ниже 16 Гц.
- Источники ИЗ в промышленности: компрессоры, дизельные двигатели, вентиляторы, реактивные двигатели, транспортные средства и др.
- Природные источники ИЗ – это гром, шторм, землетрясения, извержения вулканов.

# Нормирование ИЗ

- СН 2.2.4/2.1.8.583 – 96 “Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки”
- Предельно допустимые уровни звукового давления.
- Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16 Гц должны быть не более 105 дБ, а для полос с частотой 32 Гц – не более 102 дБ.

# Защита от ИЗ

- Борьба с инфразвуком в источнике его возникновения:
  - увеличение частот вращения валов до 20 Гц и более;
  - повышение жесткости колеблющихся конструкций больших размеров;
  - устранение низкочастотных вибраций;
  - конструктивные изменения источников, позволяющие из области инфразвуковых колебаний перейти в область звукового колебания, допускающую применение известных методов звукоизоляции и звукопоглощения.

# 4. Ультразвук

- Два поддиапазона: низкочастотный НЧ (20 – 100 кГц) и высокочастотный ВЧ (100 кГц – 1000 МГц).
- Вредное воздействие ультразвука на организм человека: нарушение деятельности нервной системы, головные боли, утомляемость, снижение болевой и слуховой чувствительности, изменение сосудистого давления, состава и свойств крови.
- УЗ передается либо через воздушную среду (НЧ), либо контактным путем через жидкую и твердую среду (действие на руки работающих) (НЧ и ВЧ). Контактный путь передачи ультразвука наиболее опасен для организма человека.

# Нормирование УЗ

- ГОСТ 12.1.001 – 89 “ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности”.
- ГН 2.2.4/2.1.8.582-96 “Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения”.
- Характеристика воздушного УЗ: уровни звукового давления (дБ) в третьоктавных полосах ( $f_v/f_n = 1,26$ ) со среднегеометрическими частотами 12,5–100 кГц.
- Характеристика контактного УЗ: пиковое значение виброскорости или его логарифмический уровень.
- Допустимые уровни УЗ в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов не должны превышать 110 дБ. Нормируется и суммарное время воздействия ультразвука на работающих.

# Защита от УЗ

- дистанционное управление ультразвуковыми установками и их автоматизация;
- размещение установок в специальных помещениях;
- использование звукоизолирующих кожухов или экранов;
- использование средств индивидуальной защиты (специальный инструмент с изолированными ручками, резиновые перчатки).