

# **АКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ**

**Кафедра безопасности труда**

**Доцент Леган МВ**

# Инфразвук — колебание звуковой волны < 20 Гц

- **Особенности:** малое поглощение его энергии в среде, поэтому он распространяется на значительные расстояния.
- **Источники инфразвука:** оборудование, которое работает с частотой циклов менее 20 в секунду (вентиляторы, поршневые компрессоры, машины и т. д.)

## Опасность для здоровья человека

- Диапазон инфразвуковых колебаний совпадает с внутренней частотой отдельных органов человека (6 - 8 Гц), из-за резонанса могут возникнуть тяжелые последствия.
- **Вредное воздействие инфразвука:** действует на ЦНС (страх, тревога, покачивание, т.д.).
- **Увеличение звукового давления до 150 дБА** приводит к изменению пищеварительных функций и сердечного ритма. Возможна потеря слуха и зрения.

- **Инфразвук** с уровнем **от 110 дБ до 150дБ** вызывает неприятные субъективные ощущения и *различные функциональные изменения* в организме человека: нарушения в ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном аппарате.

# Ультразвук

- Колебания звуковой волны в диапазоне частот **выше 20 кГц**, обычно не воспринимаемые человеческим ухом. Используется в оптике (например, ультразвуковые мойки, для очистки и для обезжиривания деталей, сварке, сушки и т.д.)
    - **Низкочастотные** (от  $1,12 \cdot 10^4$ - $10^5$ ) ультразвуковые колебания распространяются воздушным и контактным путем.
    - **Высокочастотные** (от  $10^5$ - $10^9$  Гц) распространяются только! контактным путем.
- Контактное воздействие** ультразвука чаще всего бывает на руки в момент загрузки и выгрузки деталей из ультразвуковых ванн.

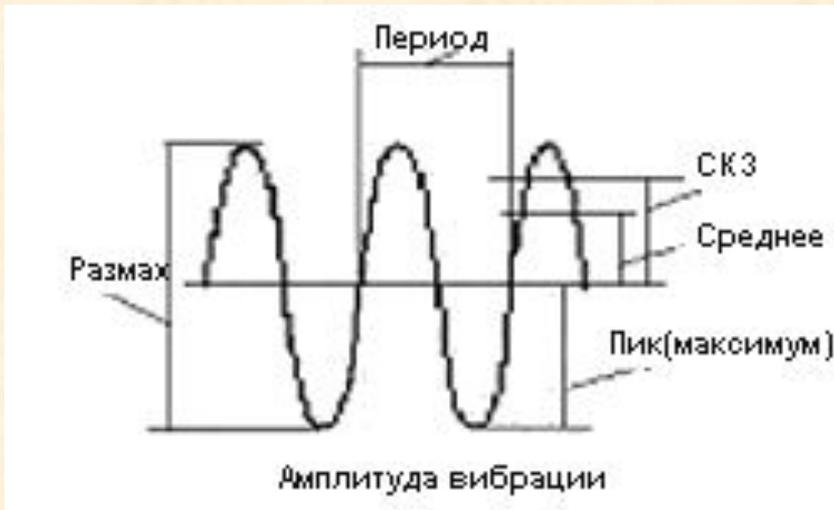
## Вредное воздействие ультразвука

- Воздействие через воздушную среду проявляется в воздействии на сердечно-сосудистую систему; нервную систему; эндокринную систему; нарушение терморегуляции и обмена веществ.
- Контактное воздействие на руки (**высокочастотные колебания**) приводит к нарушению капиллярного кровообращения в кистях рук, снижению болевой чувствительности, изменению костной структуры – снижению *плотности костной* ткани.

# Вибрация

## Физические характеристики вибрации

Вибрация - это механические колебания в твёрдых телах.



Вибрацию оценивают частотой **f** (Гц) или периодом колебаний **T**

Амплитудой вибросмещения  $\zeta_a$

Амплитудой виброскорости  $V_a = \zeta_a \omega$

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

$\omega = 2 \pi f$  - круговая частота

# Вибрационные машины

- ▣ ***Виброопасными машинами*** являются: клепальные, рубильные, отбойные молотки, бурильные перфораторы, бетоноломы, трамбовки, гайковерты, поверхностные и глубинные ручные вибраторы, шлифовальные машины, дрели, горные сверла, пилы бензomotorные и электропилы и другие.

Степень ощущения вибрации оценивают по закону Вебера-Фехнера относительной логарифмической величиной - уровнем виброскорости  $L_v$  в децибелах (дБ).

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

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

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

# Виды вибрации

по способу передачи на человека делят на 2 группы:

**Общая вибрация** действует на тело сидящего или стоящего человека и оценивается **в октавных полосах со среднегеометрическими частотами  $f = 2, 4, 8, 16, 31,5; 63$  Гц.**

**Локальная** - 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:**

**Транспортная** (подвижные машины).

**Транспортно-технологическая** (краны, погрузчики).

**Технологическая** (на рабочем месте при технологических операциях).

# Виды вибрации

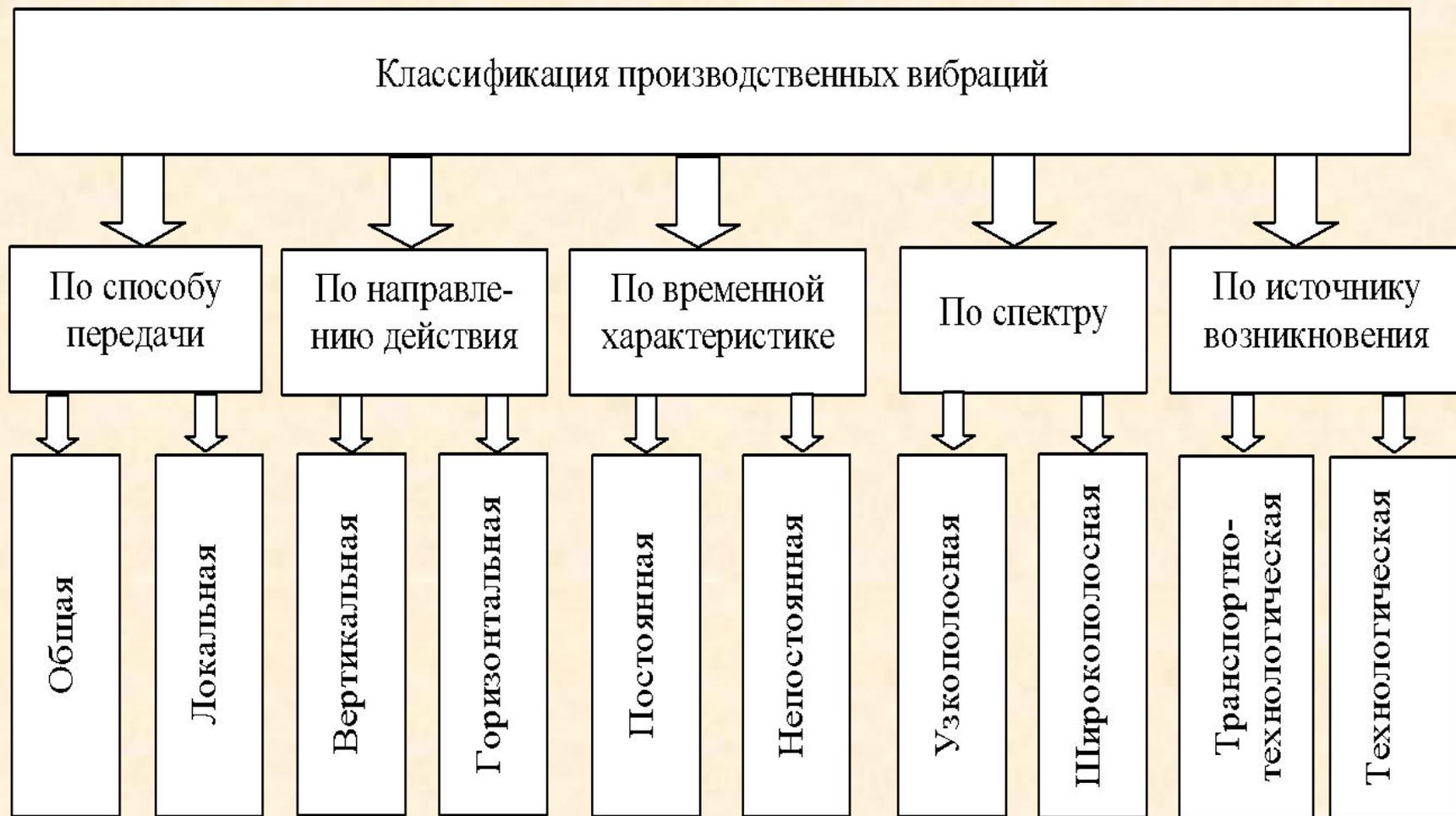
По временной характеристике различают:

- **Постоянную вибрацию** – контролирующий параметр (виброскорость) за время наблюдения изменяется не более, чем в 2 раза.
- **Непостоянную вибрацию** – изменяется более, чем в 2 раза.

Вибрации могут быть:

- **преднамеренными** – это когда вибрация используется в технологическом процессе;
- **непреднамеренными** – например, транспортная вибрация

# Классификация вибрации



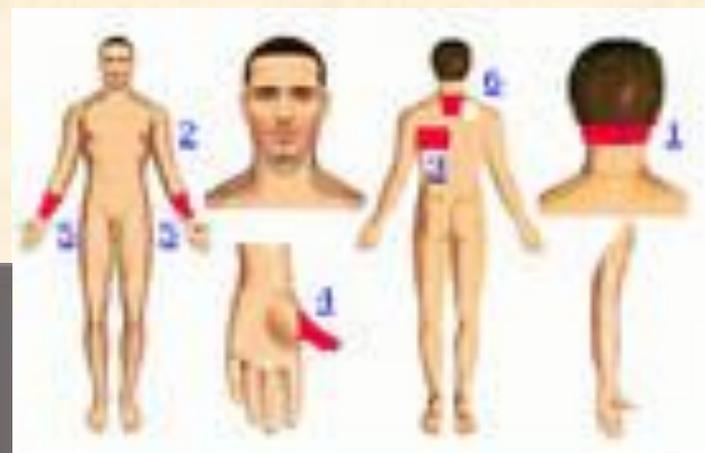
# Вибрация

- относится к вредным факторам, обладающим **высокой биологической активностью.**
- Действие вибрации на человека зависит от частоты и уровня вибрации, продолжительности воздействия, места приложения вибрации, направления оси вибрационного воздействия, индивидуальных способностей организма человека воспринимать вибрацию, условий возникновения резонанса и ряда других условий.

# Воздействие вибрации на человека

- **Вибрация** отрицательно воздействует на ЦНС, возникают головные боли, головокружение, нарушение сердечной деятельности, расстройство вестибулярного аппарата.

Симптомы виброболезни развиваются исподволь



# Воздействие вибрации на человека

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

**Общая вибрация.** Болезненные ощущения вызываются резонансом вибрации с внутренними органами, появляются боли в пояснице, ногах. Головокружение, головные боли, шаткая походка

**Локальная вибрация** - спазм сосудов, онемение пальцев и кистей рук.

2. При длительном воздействии вибрации возможно развитие **вибрационной болезни**, тяжёлая стадия которой неизлечима.

## Сочетанное действие вибрации

- Воздействие вибрации на организм усугубляется сочетанием ее с другими *факторами окружающей среды*.
- К ним относятся: *шум* высокой интенсивности, *неблагоприятные метеорологические условия*, *значительная запыленность воздуха*, *повышенное и пониженное атмосферное давление*.
- Работа с вибрирующим оборудованием часто требует *больших физических усилий*.

## Вибрационная болезнь

- Вибрационная болезнь, вызываемая воздействием локальной вибрации (4 стадии развития **вибрационной болезни**):
- **1-я стадия** – малосимптомная, жалобы на резкие боли и парестезии в руках с расстройствами чувствительности на кончиках пальцев, склонность к **спастическому состоянию** артериол;
- **2-я стадия** – умеренно выраженная, снижение температуры и чувствительности кожи, сужение капилляров, отклонения в функции центральной нервной системы, **явления обратимы**

## Стадии вибрационной болезни

- **3-я стадия** – выраженные *трофические нарушения*, расстройство *чувствительности*, заметные сдвиги в функциональном состоянии ЦНС, изменения **стойкие и медленно поддаются лечению;**
- **4-я стадия** – генерализованная, симптомы резко выражены, сосудистые нарушения на руках и ногах, состояние **стойкое, малообратимое.**

# Симптомы виброболезни

## Вестибулярный синдром

Характеризуется появлением приступов головокружений, повышением возбудимости вестибулярного аппарата.

**Синдром неврита** нарушение двигательных функций, парезы (например, парезы *локтевого нерва* у алмазчиков, шлифующих стекло на шлифовальных машинках и травмирующих *локтевой нерв* вследствие длительного упора локтем на твердую поверхность стола).

# Профилактика

- **Технические мероприятия:**
- - **уменьшение вибрации в источнике их образования;**
- - **применение различных амортизаторов вибрации;**
- - **обеспечение нормальных микроклиматических условий в помещениях;**
- - **гигиеническое нормирование уровней вибрации;**
- - **организация режима труда при минимальном контакте работающих с вибрирующим оборудованием.**

## Профилактика вибрации

- **Рекомендуется** проведение **гидропроцедур** – ванн для рук с температурой воды **37°C** в сочетании с **самомассажем**;
- **УФ-облучение** в **субэритемных** дозах преимущественно шейной области;
- **Гимнастика**;
- **регулярные медосмотры** (для выявления на ранней стадии профессионального заболевания).

# Нормирование вибрации ГОСТ 12.1.012-90

- Санитарные нормы и ГОСТ «Вибрационная безопасность» устанавливают допустимые значения: **уровня виброскорости ( $L_v$ ) (дБ), виброскорость (м/с) и виброускорение ( $m/s^2$ )**, учитывается время воздействия вибрации.

Нормирование осуществляется в разных интервалах частот:

- Для **общей вибрации** – 2, 4, 8, 16, 31.5, 63 Гц
- Для локальной – 8, 16, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000 Гц.  
(среднегеометрические частоты октавных полос, Гц)

## Дозовый подход (по дозе основного параметра)

Как определяется дозовый предел:

- Для общей и локальной вибрации зависимость допустимых значений уровня виброскорости  $v_t$ , [м/с] определяется по формуле:

$$V_t = V_{480} \sqrt{480/T} \text{ [м/с]},$$

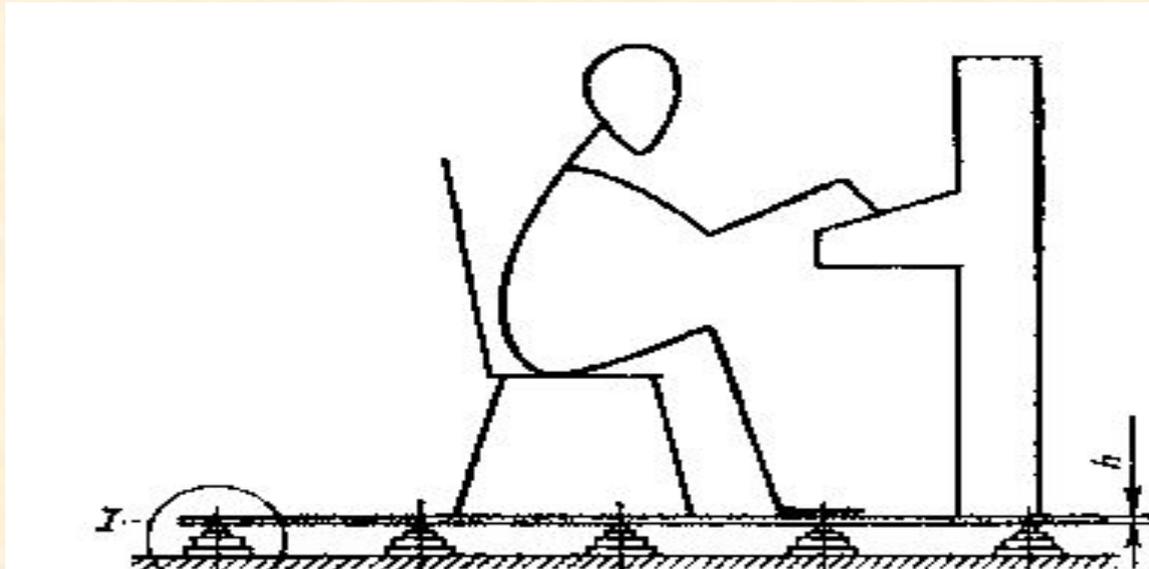
- 480 – время рабочей смены (мин).
- T – принимается равным 30 мин для локальной вибрации и 10 мин для общей вибрации.
- Если продолжительность воздействия вибрации составляет менее **20% рабочего времени** в смену, нормы уровня виброскорости можно увеличить, но не более, чем в 1,5 раза.

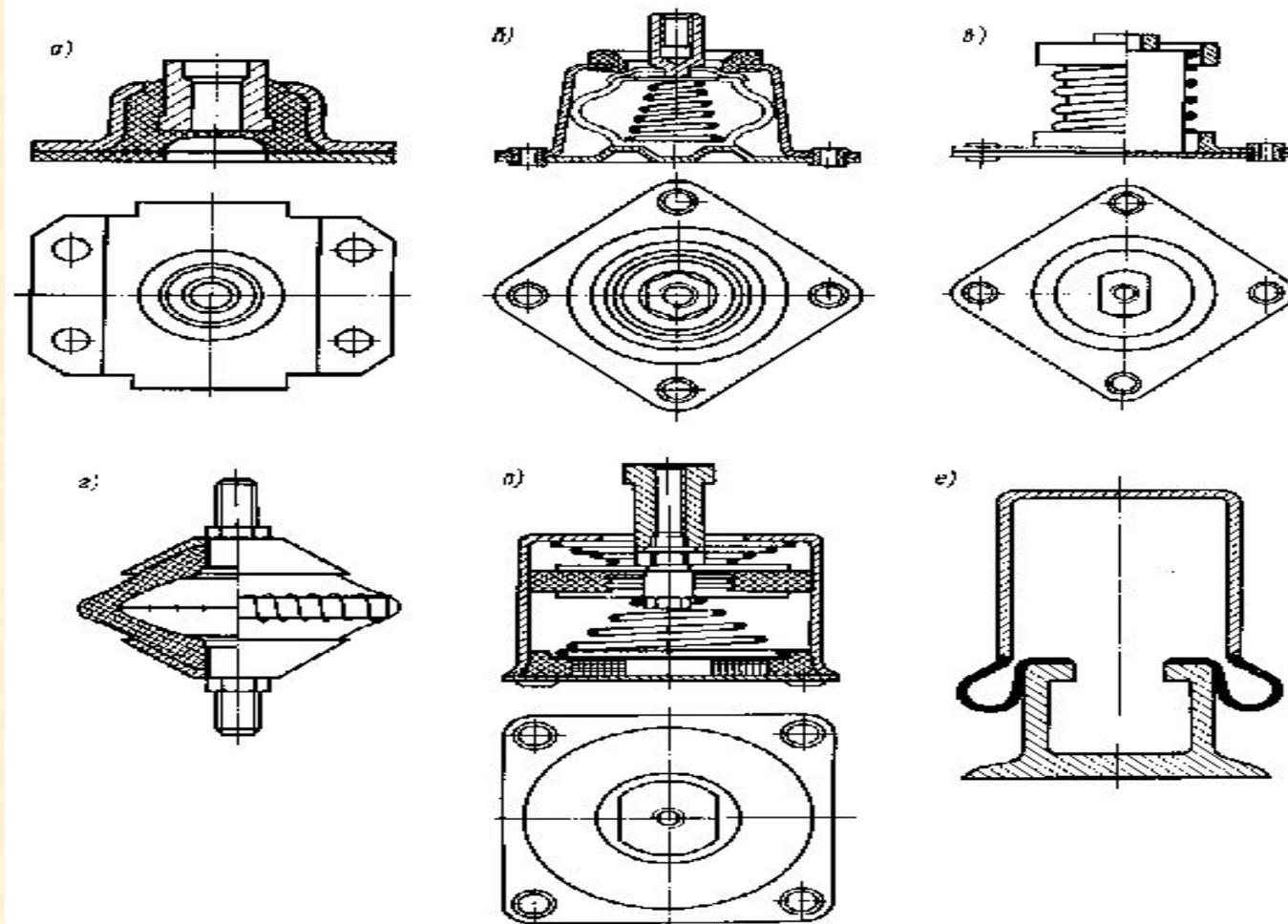
# Методы борьбы с вибрацией

## Коллективные средства защиты:

- **Виброизоляция** - используется для ослабления вибрации при передаче ее от источника к рабочему месту, т.е. используются устройства, помещенные между ними - резина, пробка, войлок.

Устройство виброизоляции рабочего места





## Виброизоляторы

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

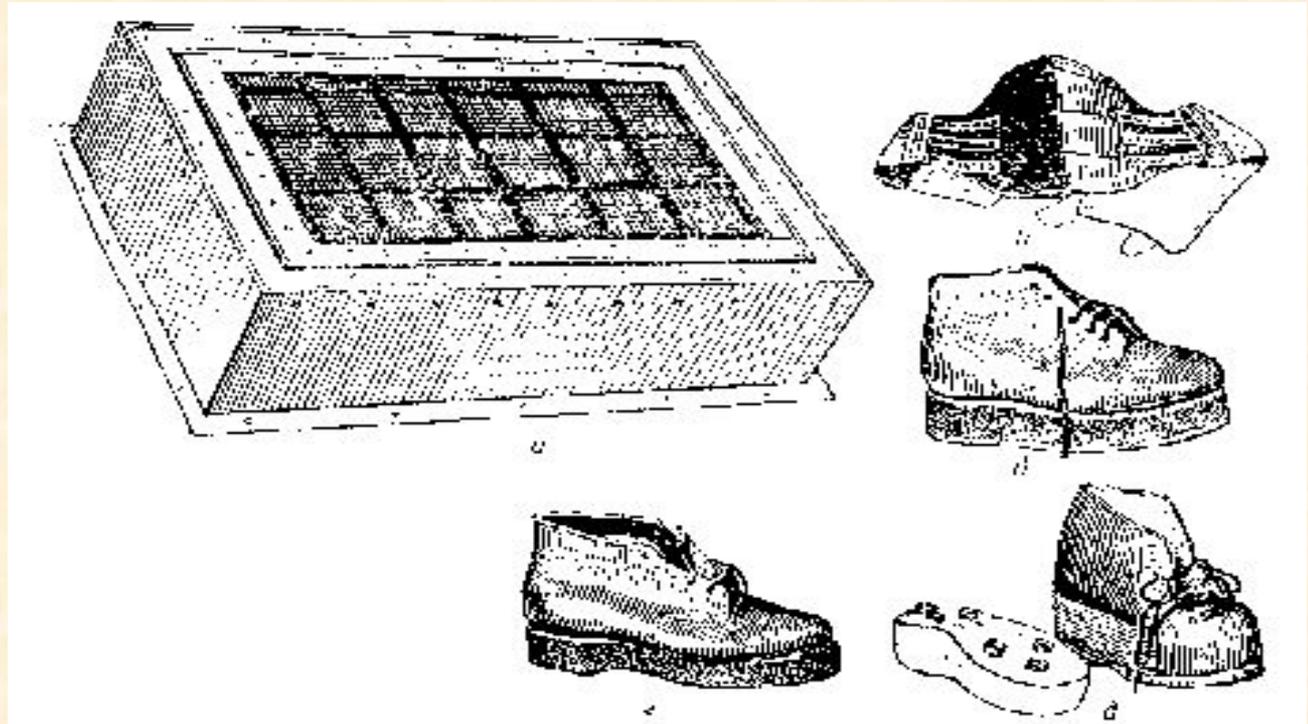
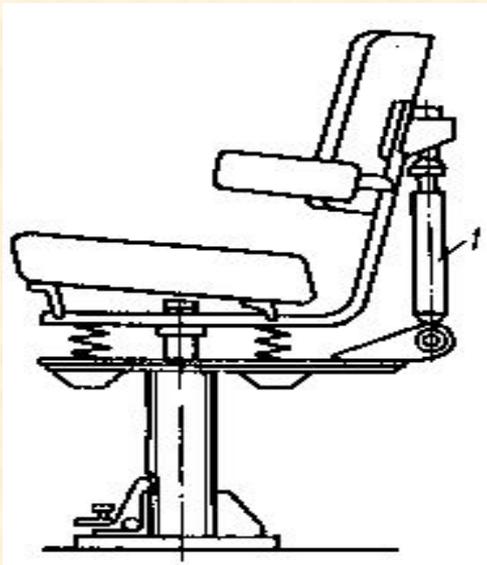
## **2. Замена виброопасных технологий безвибрационными.**

**3. Разработка инструмента с пониженной вибрацией и контроль ручного инструмента по нормируемому параметру вибрации - виброскорость не реже 1 раза в год, а отдельные виды инструментов – 1 раз в / 6 мес.**

### **4. Организационные средства защиты:**

- Организация труда рабочих согласно ГОСТ.**
- Сокращённый рабочий день.**
- Периодические медицинские осмотры (для выявления на ранней стадии профессионального заболевания).**

# Средства индивидуальной защиты от вибрации



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

**Виброизолированное сидение  
с демпфером**