

# Защита от вибрации

## Определение

Вибрация - малые механические колебания, возникающие в упругих телах, в результате приложения внешней переменной силы. Когда говорят о вибрации, применительно к воздействию вибрации на человека, то подразумевают механические колебания частотой до 1000 Гц.

## Классификация

- По способу передачи вибрации человеку.
  - *Общая вибрация* - вибрация, которая передаётся человеку через опорные поверхности тела. Например, через ноги стоящего человека, таз сидящего человека и т.д.
  - *Локальная вибрация* передаётся человеку через руки, ноги сидячего человека.
- По времени воздействия на человека.
  - *Постоянная* - контролируемый параметр (виброскорость,виброускорение) изменяется менее чем в два раза или на 6 дБ.
  - *Непостоянная вибрация* - величина нормируемых параметров изменяется в два раза (6 дБ) и более в течение рабочего дня.

## Воздействие на человека

Вибрационные патологии по распространённости стоят на втором месте после пылевых (см. [ссылку](#)). Среди всего количества профессиональных заболеваний, каждый третий случай связан с воздействием на работников повышенных уровней вибрации и шума. Кроме того, наиболее высокая заболеваемость вибрационной болезнью регистрируется на предприятиях тяжелого, энергетического, транспортного машиностроения, угольной промышленности и цветной металлургии (см. [ссылку](#)).

- *Общая вибрация* воздействует в основном на вестибулярный аппарат, зрение. Особо необходимо отметить опасность возникновения резонанса колебаний внутренних органов и внешней вынуждающей силы, в результате чего может возникнуть реальная угроза повреждения внутренних органов.  
Общая вибрация характерна для водителей грузовых автомобилей, трактористов, операторов тяжёлых станков, работников цехов по производству железобетонных конструкций и т.д.
- *Локальная вибрация* вызывает нарушение кровообращения, снижение тактильной, температурной и болевой чувствительности в конечностях. Возникают суставные деформации, развивается т.н. «вибрационная болезнь» (см. [ссылку](#)). Проявления вибрации, значительно усиливаются в охлаждающем микроклимате.

## Характеристика вибрации

Согласно [СН 2.2.4/2.1.8.566-96](#), гигиеническая оценка воздействия на человека постоянной и непостоянной вибрации должна производиться следующими методами:

1. частотным (спектральным) анализом нормируемого параметра;
2. интегральной оценкой по частоте нормируемого параметра;
3. интегральной оценкой с учетом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра;

## Частотный анализ

В данном случае устанавливаются нормируемые диапазоны частот в виде октавных полос со следующими среднегеометрическими частотами:

- для общей вибрации - 1, 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц;
- для локальной вибрации - 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц.

Нормируемыми параметрами являются среднеквадратичные значения **виброскорости**  $V_f$  и **виброускорения**  $a_f^2$  или их логарифмические уровни  $L_{v,f}$ ,  $L_{a,f}$ .

- $$V_f = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_f^2(t) dt},$$

- $$a_f = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a_f^2(t) dt},$$

где  $T$  - длительность временного интервала, на котором производят усреднение.

- $$L_{v,f} = 20 \log \frac{V_f}{5 \cdot 10^{-8}},$$

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

- $$L_{a,f} = 20 \log \frac{a_f}{10^{-6}},$$

где  $10^{-6}$  - опорное значение виброускорения, м/ $\text{с}^2$ .

## Интегральный анализ

При интегральной оценке по частоте нормируемым параметром является **корректированное значение виброскорости**  $V$  и **виброускорения**  $a^2$  или их логарифмические уровни  $L_v$ ,  $L_a$ , измеряемые с помощью корректирующих фильтров или вычисляемые по формулам:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot K_i)^2},$$

$$L_u = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot (L_{u,i} + L_{k,i})},$$

где  $U_i, L_{u,i}$  - среднееквадратичные значения виброскорости иливиброускорения (их логарифмические уровни) в  $i$ -ой частотной полосе;  $n$  - число частотных полос в нормируемом частотном диапазоне;  $K_i, L_{k,i}$  - весовые коэффициенты для  $i$ -ой частотной полосы соответственно для абсолютных значений или их логарифмических уровней, определяемые согласно [СН 2.2.4/2.1.8.566-96](#).

## Интегральный анализ с учётом времени воздействия вибрации

При интегральной оценке вибрации с учетом времени ее воздействия нормируемым параметром является эквивалентное корректированное значение виброскорости или виброускорения  $U_{\text{экв}}$  или их логарифмический уровень  $L_{u,\text{экв}}$ :

$$U_{\text{экв}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n U_i^2 \frac{t_i}{T}},$$

$$L_{u,\text{экв}} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{i,u}} \frac{t_i}{T},$$

где  $U_i, L_{u,i}$  - корректированные по частоте значения и уровни контролируемого параметра виброскорости ( $V; L_v$ ) или виброускорения ( $a^2; L_a$ );  $t_i$  - время действия вибрации, ;  $T$  - общее время работы, ;  $n$  - общее число интервалов действия вибрации.

## Физические параметры колеблющейся системы

Для случая [гармонических](#) колебаний решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний [приводит](#) к следующей связи физических параметров колеблющейся системы:

$$V_{max} = \frac{F_{max}}{\sqrt{\mu^2 + (m\omega - \frac{q}{\omega})^2}},$$

где  $V_{max}$  - максимальное значение мгновенной виброскорости,  $\text{м/с}$ ;

$\mu$  - коэффициент вязкого трения;

$m$  - масса колеблющейся системы,  $\text{кг}$ ;

$\omega = 2\pi f$  - циклическая частота, где  $f$  - частота колебаний,  $\text{Гц}$ ;

$F_{max}$  - максимальное значение вынуждающей силы,  $\text{Н}$ ;

$q$  - жёсткость колеблющейся системы,  $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$ .

При этом для гармонических колебаний  $V = V_{max}/\sqrt{2}$ ,

где  $V$  - среднеквадратичное значение виброскорости,  $\text{м/с}$ .

Кроме того, для гармонических колебаний связь между среднеквадратичными значениями виброскорости  $V$  и виброускорения  $a, \text{м/с}^2$ , выражается в виде  $a = \omega V = 2\pi V$ .

## Методы защиты от вибрации

### Организационные

- уменьшение времени воздействия;
- использование аналогичного инструмента с меньшим уровнем вибрации;
- использование СИЗ, например, рукавиц с вибродемптирующими наладонниками;
- избегание охлаждающего микроклимата.

### Лечебно-профилактические

- самомассаж конечностей, подвергшихся воздействию вибрации;
- общая гимнастика;
- физиотерапия (прогревание рук, ног в теплых ваннах);
- витаминотерапия (употребление витаминов группы В).

### Технические меры

- уменьшение амплитуды вынуждающей силы;
  - балансировка вращающихся элементов, например, роторов эл. двигателей и турбин, автомобильных колёс и т.д. Цель балансировки - совмещение центра тяжести тела с осью вращения. Метод не может дать точной балансировки.
  - активная борьба с вибрацией. Применение сторонней системы, генерирующей колебания той же амплитуды и частоты, что и у колеблющейся системы, но противоположной фазы. Применяется на автономных установках (подводные лодки, корабли, баллистические ракеты).
- увеличение реактивного сопротивления системы
  - увеличение массы;
  - увеличение жёсткости системы.
- увеличение вязкого трения, например, обработка трубо- и воздухопроводов вибропоглащающими мастиками.

## Нормативная база

- "ГОСТ 12.1.012-2004. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования" (введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 12.12.2007 N 362-ст)
- "ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997). Межгосударственный стандарт. Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования" (введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 12.12.2007 N 357-ст)
- "ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001). Межгосударственный стандарт. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования" (введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 12.12.2007 N 357-ст)
- Приказ Минтруда России №33н от 24 января 2014 г. "Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению"

- СН 2.2.4/2.1.8.566-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8 физические факторы окружающей природной среды. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы" (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 N 40)

From:

<https://www.jurik-phys.net/> - **Jurik-Phys.Net**

Permanent link:

<https://www.jurik-phys.net/lifesafety:factory:vibro>

Last update: **2023/08/07 03:21**

