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 поышенных 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, $\text{м}/\text{с}$.

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

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

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, $L_{u,i}$ - среднеквадратичные значения виброскорости или виброускорения (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 $L_{u,\text{экв}}$:

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

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

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, $\text{м}/\text{с}$;
μ - коэффициент вязкого трения;
m - масса колеблющейся системы, кг;
$\omega = 2\pi f$ - циклическая частота, где f - частота колебаний, Гц;
F_{max} - максимальное значение вынуждающей силы, 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, $\text{м}/\text{с}$.

Кроме того, для гармонических колебаний связь между среднеквадратичными значениями виброскорости V и виброускорения a, $\text{м}/\text{с}^2$, выражется 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 вибродемпфирующими 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://jurik-phys.net/ - **Jurik-Phys.Net**

Permanent link:
https://jurik-phys.net/lifesafety:factory:vibro

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