

# Производственная вибрация

## Теория

### 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**  $V_f$  (м/с) и **виброускорения**  $a_f$  (м/с<sup>2</sup>) или их логарифмические уровни  $L_{v,f}$  (дБ),  $L_{a,f}$  (дБ).

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

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

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

$$\bullet \quad L_{v,f} = 20 \lg \frac{v_f}{5 \cdot 10^{-8}},$$

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

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

где  $10^{-6}$  м/с<sup>2</sup> - опорное значение виброускорения.

### Интегральный анализ

При интегральной оценке по частоте нормируемым параметром является *корректированное значение виброскорости*  $V$  (м/с) и *виброускорения*  $a$  (м/с<sup>2</sup>) или их логарифмические уровни  $L_v$ , (дБ),  $L_a$ , (дБ) 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](#).

## Непостоянная вибрация

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

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

$$L_{u,\text{ЭКВ}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{i,u}}{10}} \frac{t_i}{T},$$

где  $U_i$ ,  $L_{u,i}$  - скорректированные по частоте значения и уровни контролируемого параметра виброскорости ( $V$ , м/с;  $L_v$ , дБ) или виброускорения ( $a$ , м/с<sup>2</sup>;  $L_a$ , дБ);  $t_i$  - время действия вибрации, ч;  $T$  - общее время работы, ч;  $n$  - 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:

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

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

$\mu$  - 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, м/с.

Кроме того, для гармонических колебаний связь между среднеквадратичными значениями виброскорости  $V$  и виброускорения  $a$ , м/с<sup>2</sup>, выражается в виде  $a = \omega V = 2\pi f V$ .

## Средства индивидуальной защиты

Коэффициент ослабления вибрации:  $K = 10^{\Delta L/20}$

Виброускорение с учётом коэффициента ослабления вибрации:  $a_{\text{сиз}} = a/K$ .

## Задачи

### Задача №1.1

При монтаже оборудования ТЭС монтажник использует ручной перфоратор, создающий вибрацию, характеризующуюся скорректированным по частоте значением виброускорения  $a_{\text{корр}} = 4 \text{ м/с}^2$ . При этом суммарное за рабочий день время работы с виброинструментом составляет 6 ч. Определить класс условий труда, если, согласно приложению 11 [методики](#) проведения СОУТ при наличии локальной вибрации, установлены следующие классы условий труда.

Наименование показателя, единица измерения	Класс (подкласс) условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Вибрация локальная, эквивалентный скорректированный уровень виброускорения, дБ	≤ 126	126-129	129-132	132-135	135-138	> 138

### Задача №1.2

На рукоятке перфоратора по результатам специальной оценки условий труда скорректированное значение виброускорения  $a_f = 12 \text{ м/с}^2$ . Этим инструментом человек работает 2 часа в день. Оценить условия труда.

Согласно [СанПиН 1.2.3685-21](#) «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» предельно допустимое значение эквивалентного виброускорения равно  $2 \text{ м/с}^2$ .

### Задача №2.1

Определить допустимое время работы с ручным перфоратором скорректированное по частоте виброускорение которого  $a_{\text{корр}} = 3,5 \text{ м/с}^2$ , Если известно, что, согласно [СН 2.2.4/2.1.8.566-96](#), допустимый уровень виброускорения составляет 126 дБ.

### Задача №2.2

Условия из задачи 1.2, но требуется определить допустимое время работы этим перфоратором без средств защиты.

### Задача №3

Определить допустимое время работы с ручным перфоратором скорректированное по частоте виброускорение которого  $a_{\text{корр}} = 4 \text{ м/с}^2$ . При этом работник обеспечен вибродемпфирующими рукавицами, снижающими уровень виброускорения на 6 дБ. Если известно, что, согласно [СН 2.2.4/2.1.8.566-96](#), допустимый уровень виброускорения составляет 126 дБ.

## Задача №4

Ручной перфоратор массой  $m = 1,5$  кг имеет пружинный виброизолятор жёсткостью  $q = 1,06 \cdot 10^5$  Н/м и создаёт вибрацию частотой  $f = 12,5$  Гц, амплитуда возмущающей силы  $F_{max} = 50$  Н. Пренебрегая демпфированием, определить среднеквадратичное значение виброускорения, оценить условия работы перфоратором (согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96  $a_{доп}(f = 12,5 \text{ Гц}) = 1,4 \text{ м/с}^2$ ), определить требуемую жёсткость виброизолятора.

## Задача №5

Рассчитать площадь  $S$ ,  $\text{см}^2$ , и высоту  $L$ ,  $\text{см}$ , резиновых виброизоляторов устанавливаемых по углам опорной рамы, на которой расположен электродвигатель с частотой вращения  $n = 1000$  об/мин. Масса установки с опорной рамой  $m = 300$  кг. Динамический модуль упругости резины  $E = 40 \cdot 10^5$ , Н/м<sup>2</sup>, допустимая нагрузка  $\sigma = 10^5$ , Н/м<sup>2</sup>.

From:

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

Permanent link:

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

Last update: 2024/10/28 06:44

