

Защита от производственного шума

Определение

Шум - это любой звук, который человек не воспринимается как информация или не является информацией.

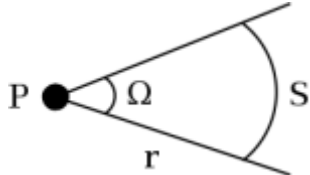
Воздействие на человека

Шум - сильнейший стрессор, оказывающий влияние на центральную нервную систему (ЦНС). К основным последствиям воздействия шума можно отнести:

- Ускорение утомляемости при выполнении работ, требующих сосредоточенности, увеличение ошибок оператора, ухудшение памяти.
- Повышение артериального давления, как следствие ответной реакции организма на стресс.
- Развитие тугоухости.
- При очень высоком уровне звука, порядка 120 дБА оказывает непосредственное влияние на клетки головного мозга, нарушая его работу.

Количественные характеристики звуковой волны

- Звуковое давление или избыточное давление звуковой волны P , Па.
Приблизительный диапазон изменения звукового давления лежит в диапазоне от $2 \cdot 10^{-5}$ Па до нескольких десятков Паскалей. При давлении порядка 150..200 Па происходит необратимое поражение органов слуха.
- Интенсивность звука I , Вт/м² или плотность потока энергии в звуковой волне:

| | |
|---|--|
| $I = \frac{P}{S} = \frac{P\Phi_{\Omega}}{\Omega r^2}$ |  |
|---|--|

Характерные значения Ω :

- 4π - распространение звука в сферу;
- 2π - в полусферу;
- π - в двугранный угол;
- $\pi/2$ - в угол, образованный пересечениями трёх плоскостей.

Особенности количественных характеристик

- Изменяются в очень широком диапазоне. Например, интенсивность звука лежит в диапазоне от 10^{-12} Вт/м² до ~ 10 Вт/м².
- Звук характеризуется логарифмическими уровнями звукового давления и интенсивности:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ}; L = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ},$$

где $I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$, $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ - пороги слышимости по интенсивности звука и звуковому давлению на частоте 1000 Гц.

- Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ - начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи.

Особенности восприятия звука человеком

- Воздействие на человека подчиняется *закону Вебера-Фехнера*, согласно которому, интенсивность ощущения пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя. Иными словами геометрическое изменение звукового давления или интенсивности звука приводит к арифметическому увеличению воспринимаемой громкости.
- Человек воспринимает звук в частотном диапазоне от 20 Гц до 20 000 Гц, при этом существует зависимость величины субъективно воспринимаемого звука от частоты.

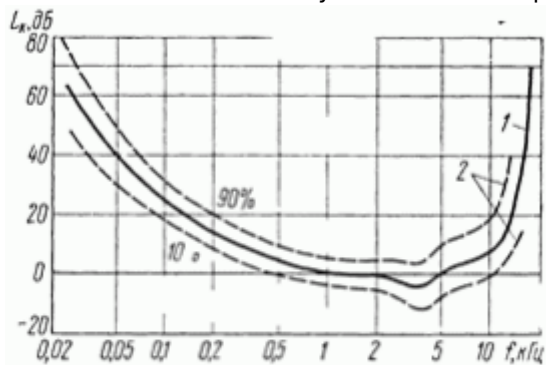


Рис. 1.2. Кривая порога слышимости:

— стандартный порог, - - - границы порогов слышимости для 10% и 90% всех испытуемых

- *Порог слышимости* — минимальная величина звукового давления, при которой звук данной частоты может быть ещё воспринят ухом человека. За нулевой уровень звукового давления принимается давление звука $2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$ при частоте 1 кГц, что соответствует интенсивности звука 10^{-12} Вт/м^2 .

Характеристика звуковой обстановки на РМ

Спектр звука в октавных полосах

Согласно [ГОСТ 12.1.003-2014](#) допустимые уровни звука устанавливаются независимо в различных октавных полосах т.е., полосах частот для которых справедливо выражение $f_{в,i} = 2 \cdot f_{н,i}$, где $f_{н,i}$, $f_{в,i}$ - соответственно нижняя и верхняя граничные частоты i -й октавы, Гц.

Выделяют девять стандартных октавных полос со следующими среднегеометрическими частотами f_i^* , где $f_i^* = \sqrt{f_{н,i} \cdot f_{в,i}}$, Гц, в которых устанавливают допустимые уровни звука L_i , дБ.

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------|------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| f^* , Гц | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |

| | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $L_{\text{доп}}$ | L_1 | L_2 | L_3 | L_4 | L_5 | L_6 | L_7 | L_8 | L_9 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Нормирование шума данным методом предполагает использование приборов, производящих частотный анализ шума в октавных полосах.

Дополнительная информация про измерение уровня звука по [ссылке](#).

Уровень звука по шкале "А"

Как было показано ранее, восприятие звука человеком существенно зависит от частоты звука. Так чистый тон частотой 100 Гц и уровнем звукового давления 29 дБ ощущается человеком аналогично звуку с уровнем звукового давления 10 дБ и с частотой 1000 Гц.

Поэтому иным способом характеризовать звуковую обстановку на рабочем месте, согласно [СанПиН 2.2.4.3359-16](#) «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах», является использование частотной коррекции по шкале «А», которая совпадает с частотной характеристикой слухового анализатора человека. В этом случае, уровень звука, измеренный по характеристике «А», имеет специальное обозначение «дБА».

Корректированный по шкале «А» уровень звукового давления в дБА в i -й октавной полосе частот вычисляется как $L_{p,A_i} = L_{p_i} - \Delta L_i$, где коррекция ΔL_i представлена в таблице:

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| f^* , Гц | 16 | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| ΔL_i , дБА | 80 | 42 | 26,3 | 16,1 | 8,6 | 3,2 | 0 | -1,2 | -1,0 | 1,1 |

Суммарный уровень звука со сложным спектральным составом L определяется по уровням звукового давления составляющих во всех октавных полосах частот по формуле:

$$L = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{p,A_i}}, \text{ дБА}$$

Оценить величину создаваемого уровня звука различными источниками можно из таблицы.

| L , дБА | Характеристика | Источники звука |
|-----------|------------------|--|
| 0 | Ничего не слышно | |
| 5 | Почти не слышно | |
| 10 | Почти не слышно | Тихий шелест листьев |
| 15 | Едва слышно | Шелест листвы |
| 20 | Едва слышно | Шепот человека (1м) |
| 25 | Тихо | Шепот человека (1м) |
| 30 | Тихо | Шепот, тиканье настенных часов. Норма для жилых помещений ночью, с 23 до 7 ч, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 |
| 35 | Довольно слышно | Приглушенный разговор |
| 40 | Довольно слышно | Обычная речь. Норма для жилых помещений днём, с 7 до 23 ч, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 . |
| 45 | Довольно слышно | Обычный разговор |
| 50 | Отчётливо слышно | Разговор, пишущая машинка |

| | | |
|--|------------------|---|
| 55 | Отчётливо слышно | Норма для офисных помещений класса А (по европейским нормам) |
| 60 | Шумно | Норма для контор |
| 65 | Шумно | Громкий разговор (1м) |
| 70 | Шумно | Громкие разговоры (1м) |
| 75 | Шумно | Крик, смех (1м) |
| 80 | Очень шумно | Крик, мотоцикл с глушителем |
| 85 | Очень шумно | Громкий крик, мотоцикл с глушителем |
| 90 | Очень шумно | Громкие крики, грузовой железнодорожный вагон (в семи метрах) |
| 95 | Очень шумно | Вагон метро (7м) |
| 100 | Крайне шумно | Оркестр, вагон метро (прерывисто), раскаты грома. Максимально допустимое звуковое давление для наушников плеера (по европейским нормам) |
| 105 | Крайне шумно | В самолёте (до 80-х годов XX столетия) |
| 110 | Крайне шумно | Вертолёт |
| 115 | Крайне шумно | Пескоструйный аппарат (1м) |
| 120 | Почти невыносимо | Отбойный молоток (1м) |
| 125 | Почти невыносимо | |
| 130 | Болевой порог | Самолёт на старте |
| 135 | Контузия | |
| 140 | Контузия | Звук взлетающего реактивного самолета |
| 145 | Контузия | Старт ракеты |
| 150 | Контузия, травмы | |
| 155 | Контузия, травмы | |
| 160 | Шок, травмы | Ударная волна от сверхзвукового самолёта |
| При уровнях звука свыше 160 дБА возможен разрыв барабанных перепонок и лёгких, больше 200 дБА - смерть | | |

Эквивалентный уровень звука

Уровень звука от нескольких источников

Нормирование звука

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. <http://www.vashdom.ru/sanpin/224-218562-96/>

Особенности распространения звука

Свободное звуковое поле

Диффузное звуковое поле

Методы защиты от шума

Защита от инфра- и ультразвука

From:

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

Permanent link:

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

Last update: **2024/12/20 19:28**

