

имеем $I = \omega c$. Подставляя $\omega = \frac{\rho V_m^2}{2}$, для интенсивности получаем

$$(A 23.7) \quad I = \frac{\rho c V_m^2}{2} = \rho c \bar{v}^2 \quad \text{СИ} \quad \left| \frac{\text{Вт/м}^2}{\text{кг/м}^3 \text{ м/с м/с}} \right.$$

или, учитывая (A 23.5), $p_m = \rho c V_m$,

$$(A 23.8) \quad I = \frac{p_m^2}{2\rho c} = \frac{p_m V_m}{2} = \bar{p}\bar{v} = \frac{\bar{p}^2}{\rho c}. \quad \text{СИ} \quad \left| \frac{\text{Па}}{\text{Н/м}^2} \right.$$

23.1.4. Уровень интенсивности

Для сравнения интенсивностей звука или звукового давления используют уровень интенсивности или уровень звукового давления.

Уровнем интенсивности L_p называется умноженный на 10 логарифм (десятичный) отношения двух интенсивностей звука; уровнем звукового давления L называется умноженный на 20 логарифм отношения звуковых давлений.

В принципе величина L как логарифм отношения безразмерна и потому не имеет единиц измерения. Тем не менее для численного значения логарифма применяют название децибел (дБ). Децибел используют как единицу измерения.

Для указания абсолютного уровня интенсивности вводят стандартный порог слышимости I_0 человеческого уха на частоте $f = 1$ кГц, по отношению к которому указывается интенсивность. Порог слышимости $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м².

Если

L_p — уровень интенсивности звука,

I — интенсивность звука,

$I_0 = 1$ пВт/м² — стандартный порог слышимости,

то в соответствии с определением уровня интенсивности звука

$$(A 23.9) \quad L_p = 10 \lg \frac{I}{I_0} \text{ дБ.}$$

Аналогично определяют абсолютный уровень звукового давления, используя стандартное пороговое звуковое давление $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па и формулу (A 23.8).

Если

L_p — уровень звукового давления,

\bar{p} — звуковое давление, уровень которого должен быть определен,

$\bar{p}_0 = 20$ мкПа — пороговое звуковое давление,

то

$$(A 23.10) \quad L = 20 \lg \frac{\bar{p}}{\bar{p}_0} \text{ дБ} = 20 \lg \frac{p_m}{\sqrt{2} \bar{p}_0} \text{ дБ.}$$

Обратите внимание:

- Согласно соотношению (A 23.8), I_0 и \bar{p}_0^2 взаимно пропорциональны. Коэффициент пропорциональности $1/\rho c$ зависит от свойств среды. Поскольку значение \bar{p}_0 установлено, величина $I_0 \approx 10^{-12}$ Вт/м² представляет собой порог слышимости для «нормального» воздуха. Для других сред величину I_0 необходимо вычислять с помощью (A 23.8).
- Значения уровня интенсивности объективны, они позволяют не принимать во внимание зависимость чувствительности человеческого уха от частоты.

Суммарный уровень интенсивности нескольких источников вычисляется через сумму интенсивностей звука или через корень квадратный из суммы квадратов звукового давления ($\sqrt{p_1^2 + p_2^2 + \dots}$).

Расчеты показывают, что при сложении двух волн, имеющих одинаковую интенсивность, уровень интенсивности увеличивается на 3 дБ. В случае n источников звука равной интенсивности L выражение для полного уровня интенсивности имеет вид

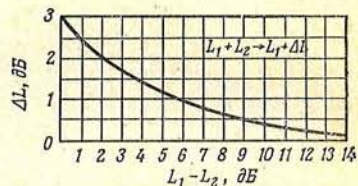
$$(A 23.11) \quad L_{\text{полн}} = L + 10 \lg n.$$

Уровень интенсивности двух источников разной интенсивности можно определить при помощи диаграммы. Она показывает, на сколько децибел возрастает больший уровень L_1 в зависимости от разности ΔL обоих уровней.

В СВЧ-технике уровни мощности и напряжения также задаются в децибелах (дБ). В этом случае

$$(A 23.12) \quad L_p = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ дБ,} \quad \text{где } P_0 = 1 \text{ мВт}$$

$$\text{или} \quad L_U = 20 \lg \frac{U}{U_0} \text{ дБ,} \quad \text{где } U_0 = 0,775 \text{ В}$$



23.1.5. Относительный уровень интенсивности

Относительным уровнем интенсивности называют разность двух абсолютных уровней: $\Delta L_p = L_{p1} - L_{p2}$.