

времени t . Так как энергия при рассеянии переходит в тепло, то очевидно, что средняя энергия (за один период) уменьшается от периода к периоду.

Можно показать, что диссипация мощности равна взятой со знаком минус средней скорости, с которой сила трения $F_{\text{тр}} = -\gamma \dot{x} = -(M/\tau) \dot{x}$ совершает работу. Используя (93) и допуская, что $\omega_0 \tau \gg 1$ и, следовательно, множитель $e^{-t/\tau}$ может быть вынесен за угловые скобки, мы можем написать для средней скорости, с которой совершается работа, следующее выражение:

$$\langle F_{\text{тр}} v \rangle \cong -\frac{M}{\tau} \omega_0^2 x_0^2 e^{-t/\tau} \langle \cos^2 \omega_0 t \rangle \cong -\frac{1}{2\tau} M \omega_0^2 x_0^2 e^{-t/\tau} \cong -\frac{E(t)}{\tau}, \quad (101)$$

в согласии со (100).

7.6. Добротность Q

Для характеристики осциллирующей системы часто применяется величина Q , называемая *добротностью*. Эта величина Q представляет собой умноженное на 2π отношение запасенной энергии к среднему значению энергии, теряемому за один период:

$$Q = 2\pi \frac{\text{запасенная энергия}}{\langle \text{энергия, потерянная за один период} \rangle} = \frac{2\pi E}{P/\nu} = \frac{E}{P/\omega}, \quad (102)$$

так как период равен $1/\nu$ и $2\pi\nu = \omega$. Время, в течение которого фаза осциллятора изменится на $\theta = 1 \text{ рад}$, равно $1/\omega$. Заметим, что величина Q безразмерна.

Для слабо затухающего гармонического осциллятора ($\omega_0 \tau \gg 1$) из (98), (99) и (100) получаем

$$Q \cong \frac{E}{E/\omega_0 \tau} \cong \omega_0 \tau. \quad (103)$$

Мы видим, что величина $\omega_0 \tau$ может служить удобной характеристикой отсутствия затухания осциллятора. Большим значениям $\omega_0 \tau$ или Q соответствует слабое затухание осциллятора. Из (98) и (99) следует, что энергия осциллятора за время τ уменьшается в e раз от своего первоначального значения; за это время осциллятор совершает $\omega_0 \tau / 2\pi$ колебаний. Порядок величины добротности некоторых важнейших типов затухающих осцилляторов приведен в таблице.

Некоторые типичные значения Q

Земля (сейсмические волны)	25—1400
Полый медный резонатор для микрорадиоволн	10^4
Рояльная или скрипичная струна	10^3
Возбужденный атом	10^7
Возбужденное ядро (F^{17})	$3 \cdot 10^{12}$