

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Мандельштам, М. А. Леонтович. К теории поглощения звука в жидкости. Ж. эксп. и теор. физ., 1937, 7, 3, 438—449.
2. И. Г. Михайлов, В. А. Соловьев, Ю. П. Сырников. Основы молекулярной акустики. М., «Наука», 1964.
3. С. де Гроот, П. Мазур. Неравновесная термодинамика. М., «Мир», 1964.

Ташкентский государственный
педагогический институт

Поступило в редакцию
6 мая 1969 г.

УДК 534.286

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВРЕМЕНИ АКУСТИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ

А. Байдаев

Время акустической релаксации τ обычно определяется на основе формул, получаемых в некотором приближении из релаксационной теории Мандельштама — Леонтовича [1]. Поскольку для не маловязких жидкостей эти формулы менее точны, то целесообразно определить τ в более общем виде.

В работе [2] были получены точные выражения для коэффициента поглощения α и скорости звука c (без учета теплопроводности). Вводя обозначения $\beta = \omega/c$, $y = (c_0^2/c^2)(1 + \alpha^2 c^2/\omega^2)$, получим из формул (2) и (3) работы [2], после несложного алгебраического преобразования

$$\tau^2 = \frac{1}{4\omega^6 \alpha^2 \beta^2} \left\{ [c_0^2(\alpha^2 + \beta^2)^2 + \omega^2(\alpha^2 - \beta^2)]^2 + \frac{\omega^2 \tau^2}{1 + \omega^2 \tau^2} (y\beta_0\omega)^4 \varphi \right\}. \quad (1)$$

Это выражение при $\eta \rightarrow 0$ (следовательно, при $\varphi \rightarrow 0$) точно переходит в следующую формулу:

$$\tau = \frac{1}{2\omega^3 \alpha_r \beta} |c_0^2(\alpha_r^2 + \beta^2)^2 + \omega^2(\alpha_r^2 - \beta^2)|. \quad (2)$$

Здесь $\alpha_r = \alpha$ при $\eta \rightarrow 0$. По формуле (2) можно определить приближенные значения времени релаксации для маловязких жидкостей с большим поглощением.

Если $\alpha_r \ll \beta$ (для маловязких жидкостей α_r^2 меньше β^2 приблизительно на два — три порядка), то из формулы (2) получим

$$\tau \approx \frac{c^2 - c_0^2}{2c^3 \alpha_r} = \frac{c + c_0}{2c^2 \alpha_r} \frac{\Delta c}{c} \quad (3)$$

или, приняв $c + c_0 \approx 2c$,

$$\tau \approx \frac{1}{c \alpha_r} \frac{\Delta c}{c}. \quad (4)$$

Формулы (3) и (4) отличаются от обычных аналогичных формул тем, что в них вместо предельных значений $\alpha_r(\infty)$, c_∞ и c_0 входят $\alpha_r(\omega)$ и $c(\omega)$.

Если условие $\varphi \ll 1$ не справедливо, в частности, если среда не маловязкая, то можно воспользоваться формулой:

$$\tau = (1/2\omega^3 \alpha \beta) |c_0^2(\alpha^2 + \beta^2)^2 + \omega^2(\alpha^2 - \beta^2)|. \quad (5)$$

Эта формула практически точна (конечно, в пределах применимости используемого метода и для рассматриваемого случая), так как в выражении (1) всегда

$$[c_0^2(\alpha^2 + \beta^2)^2 + \omega^2(\alpha^2 - \beta^2)]^2 \gg \frac{\omega^2 \tau^2}{1 + \omega^2 \tau^2} (y\beta_0\omega)^4 \varphi \quad \text{при любых реальных значениях}$$

частоты, вязкости и плотности*.

Таким образом, нами получены сравнительно точные формулы (2) и (5) для определения времени акустической релаксации, а также менее точные, но более простые формулы (3) и (4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Мандельштам, М. А. Леонтович. К теории поглощения звука в жидкости. Ж. эксп. и теор. физ., 1937, 7, 3, 438—449.
2. А. Байдаев. К теории поглощения и скорости звука. Акуст. ж., 1971, 17, 1.

Ташкентский государственный
педагогический институт

Поступило в редакцию
6 мая 1969 г.

* Заметим, что формула (2) получится из выражения (5) при $\eta \rightarrow 0$.