

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

О ВОЗМОЖНОСТИ АБСОЛЮТНОЙ КАЛИБРОВКИ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ
И ПРИЕМНИКОВ ЗВУКА ПО ДАВЛЕНИЮ РАДИАЦИИ
БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОМЕТРА

В. А. Зверев

Как известно, пондеромоторное действие звука, вызванное радиационным давлением на поглощающую стенку выражается формулой

$$P = \frac{p^2}{2\rho c^2} \quad (1)$$

Здесь p — амплитуда звукового давления, ρ — плотность среды, c — скорость звука. Как нами указывалось ранее [1], соотношение (1) при применении модуляции радиационного давления, предложенной Пумпером [2], дает возможность произвести абсолютную калибровку как излучателей, так и приемников звука. Направим на градуируемый приемник звук частоты ω , модулированный частотой Ω . При этом радиационное давление будет иметь слагающую частоты Ω , которая равна

$$P_{\Omega} = \frac{m p_{\omega}^2}{\rho c^2}, \quad (2)$$

где m — глубина модуляции.

Пусть приемник принимает обе частоты. Для линейного приемника имеем

$$P_{\Omega} = \alpha_{\Omega} V_{\Omega}, \quad P_{\omega} = \alpha_{\omega} V_{\omega}, \quad (3)$$

где V_{Ω} и V_{ω} — напряжения на выходе приемника или усилителя.

Из (3) и (2) имеем

$$P_{\omega} = \frac{\rho c^2}{m} \frac{\alpha_{\Omega}}{\alpha_{\omega}} \frac{V_{\Omega}}{V_{\omega}}. \quad (4)$$

Для определения $\alpha_{\Omega}/\alpha_{\omega}$ волна вспомогательной частоты ω_0 модулируемая частотами ω и Ω (можно одновременно), посылается на приемник. Как следует из (2), при этом равным глубинам модуляции соответствуют равные давления. По отношению напряжений V_{ω} и V_{Ω} , получаемых в этом опыте, определяется $\alpha_{\Omega}/\alpha_{\omega}$. Таким образом, все величины, входящие в (4) могут быть определены экспериментально, чем достигается абсолютная калибровка.

К вышеизложенному требуется сделать несколько замечаний. Во первых, при небольшой интенсивности звука радиационное давление мало, откуда можно заключить, что изложенный способ в этих случаях не применим. Однако это не так. Дело в том, что для осуществления измерения требуется принять лишь колебания двух фиксированных частот ω и Ω . Это может быть осуществлено при сколь угодно малой интенсивности колебаний при условии использования достаточно узкополосного фильтра. Во вторых, формула (1), лежащая в основе метода, неоднократно подвергалась уточнениям [3], [4], [5]. Тем не менее, этой формулой пользуются для целей абсолютной калибровки. Отличие вышеизложенной методики от обычной состоит в том, что при достаточно большой частоте модуляции действием акустического ветра можно пренебречь. Тем самым эта методика дает некоторые возможности экспериментального исследования акустического ветра.

В заключение заметим, что градуировка излучателей производится аналогично. Роль радиационного давления здесь играет «отдача», испытываемая поверхностью излучателя при испускании волны. Это явление было нами экспериментально подтверждено и при его помощи, пользуясь (2), мы исследовали резонансные кривые излучателей. Для этого на излучатель подавались колебания частоты ω , модулированные частотой Ω . В среду вне луча ω помещался приемник, настроенный на Ω . При изменении ω напряжение на выходе приемника менялось в согласии с резонансной кривой излучателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. З в е р е в. Доклад на Совещании по физической акустике и ультразвуку, созванном Комиссией по акустике АН СССР в марте 1955 г. в Москве.
2. Е. Я. П у м п е р. О методике измерения поглощения ультразвука. ДАН СССР, 1945, 49, 581—583.
3. R a y l e i g h. On the momentum and pressure of gaseous vibrations, and on the connexion with the virial theorem. Philosophical Magazine, 1905, X, 364—374.
4. E. J. P o s t. Radiation pressure and dispersion. J. Acoust. Soc. Amer. 1953, 25, 55—60.
5. F. E. B o r g n i s. Acoustic radiation pressure. Rev. Modern Phys. 1953, 25, 3, 653—664.

Горьковский исследовательский
физико-технический институт
при Горьковском государственном институте

Поступило в редакцию
27 июня 1956 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРААКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭТИЛАЦЕТАТА В КРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Ф. Ноздрев, В. Д. Соболев

Изучение свойств вещества в критической области в настоящее время является весьма актуальным как для создания теории жидкого состояния, так и для решения важнейших проблем современной теплотехники.

В этой связи значительный интерес представляют ультраакустические исследования критической области вещества, позволяющие найти теплоемкости, относящиеся к внутренним и внешним степеням свободы молекул, мгновенную сжимаемость, время релаксации и др.

Однако имеющиеся ультраакустические исследования критической области относятся к веществам с низкими значениями критических параметров T_K и P_K и лишь единичные работы посвящены изучению свойств жидкостей с высокими значениями параметров T_K и P_K .

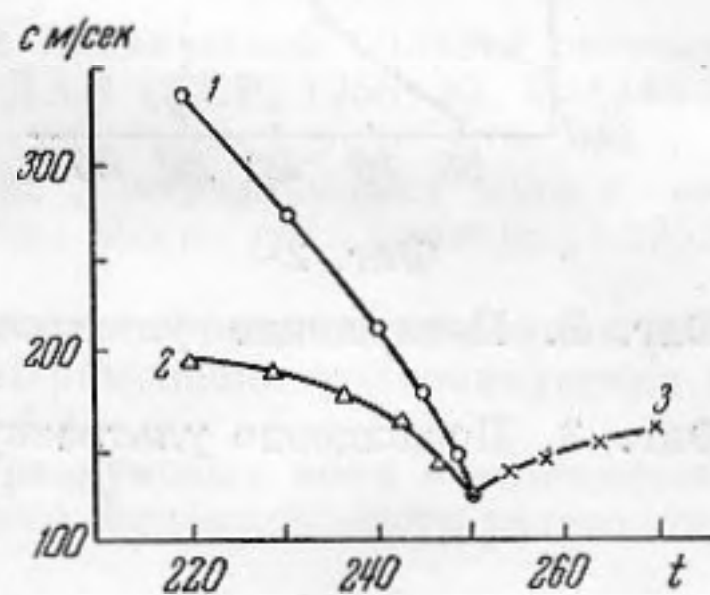
Что касается измерения поглощения ультразвука по линии насыщения в критической области, то имеется всего одна работа [1], посвященная измерению поглощения в критической области шестифтористой серы ($T_K = 45,55^\circ$, $P_K = 36 \text{ ат}$). Это объясняется методическими трудностями, которые встречаются при измерениях поглощения в условиях высоких температур и давлений, на которые обращал внимание ряд авторов [2, 3].

Для решения поставленной задачи нами проведено измерение скорости и поглощения ультразвуковых волн в критической области этилацетата импульсным методом.

Измерения скорости (фиг. 1) показывает, что скорость ультразвука в жидкой фазе этилацетата 1 уменьшается с ростом температуры и имеет минимум в критической точке; в перегретых парах 3 скорость ультразвука медленно возрастает с ростом температуры. На основе измерений скорости ультразвука в жидкой фазе и данных по скорости ультразвука 2 в насыщенных парах [4], представленных на фиг. 1, нами установлена выполняемость правила прямолинейного диаметра звуковых жесткостей жидкой и паровой фаз этилацетата, теоретически обоснованного Ноздревым [3].

Найденная на основе правила прямолинейного диаметра скорость ультразвука в критической точке оказалась равной 127 м/сек.

При измерении поглощения нами использовалась импульсная методика одного фиксированного расстояния, разработанная Яковлевым [5] и дающая возможность экспериментального определения поглощения в тех температурных интервалах, в которых оказывается достаточным только учет изменения акустического сопротивления среды и коэффициента отражения от отражателя. Верхней границей этих интервалов температур является в большинстве случаев температура кипения жидкости. При больших температурах необходим учет изменения свойств кварцевого излучателя, находящегося в рабочей среде.



Фиг. 1. Скорость ультразвуковых волн в критической области этилацетата: 1 — жидкость, 2 — насыщенный пар, 3 — перегретый пар.