

Для обычных жидкостей при реально достижимых интенсивностях звука величина z_0 оказывается слишком большой, чтобы эффект можно было наблюдать экспериментально. В газах z_0 может быть меньше. Например, в ксеноне $z_0 \sim 1$ м при $\omega_0 \simeq 2\pi \cdot 5 \cdot 10^4$ гц, $I_0(0) \sim \text{вт/см}^2$, $I_1(0) \sim (10^{-17} \div 10^{-18}) \text{ вт/см}^2$, $p_0 \sim 0,1$ атм, $\theta_1 \sim 15^\circ$, $T \simeq 300^\circ$ К. Таким образом, в газах рассматриваемый эффект может проявиться уже при практически достижимых интенсивностях звука.

Интересной особенностью рассмотренного процесса является то, что рассеяние имеет место как в стоксовой области, так и в антистоксовой. Аналогичная ситуация известна в нелинейной оптике в случае вынужденного рассеяния света, связанного с поглощением, наиболее полная теория которого дана в работе Зельдовича и Собельмана [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. L. S. G. Kovasznay. Turbulence in supersonic flow. J. Aero Sci., 1953, 20, 10, 657—674.
2. Boa-Teh Chu, L. S. G. Kovasznay. Non-linear interactions in a viscous heat-conducting compressible gas. J. Fluid Mech., 1958, 3, 5, 494—514.
3. Л. К. Зарембо, В. А. Красильников. Введение в нелинейную акустику. М., «Наука», 1966.
4. Н. И. Пушкина, Р. В. Хохлов. Температурное рассеяние звука в твердом теле. Ж. эксп. и теор. физ., 1969, 57, 10, 1263—1270.
5. В. И. Татарский. К теории распространения звуковых волн в турбулентном потоке. Ж. эксп. и теор. физ., 1953, 25, 1, 74—83.
6. R. N. Kraichnan. The scattering of sound in a turbulent medium. J. Acoust., Soc. America, 1953, 25, 4, 822.
7. А. С. Монин. Некоторые особенности рассеяния звука в турбулентной атмосфере. Акуст. ж., 1961, 7, 4, 457—461.
8. Б. Я. Зельдович, И. И. Собельман. Вынужденное рассеяние света, обусловленное поглощением. Усп. физ. н., 1970, 101, 1, 3—20.

Московский государственный
университет

Поступило в редакцию
17 марта 1970 г.

УДК 534.22

СКОРОСТЬ ЗВУКА И СТРОЕНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

Н. В. Чекалин, М. И. Шахпаронов

Известно, что концентрационные зависимости скорости звука в водных растворах имеют некоторые особенности. Во-первых, в водных растворах метанола, этанола, пропанола и ацетона существует область концентраций ($x \sim 0,05$, x -мольная доля неэлектролита), в которой скорость звука не зависит от температуры в интервале температур $\Delta t \sim 30 \div 40^\circ$. В растворах высших спиртов эта область сдвигается в сторону меньших значений x [1, 2].

Во-вторых, величина скорости звука, а, следовательно и адиабатической сжимаемости β_s , не зависит от типа растворенного вещества и равна 1580 м/сек с точностью $1 \div 1,5\%$.

Эти особенности наблюдаются в той области концентраций, где по результатам многочисленных экспериментов происходит резкое изменение структуры растворов [3—5].

Структурные изменения в растворах можно связать с появлением клатратов — ажурных построек, образованных пяти и шестичленными кольцами из молекул воды и имеющих внутри достаточно большие пустоты [5, 6]. Попавшие в раствор молекулы неэлектролита располагаются в этих структурных пустотах, не образуя направленных связей с решеткой. Об этом свидетельствует вращение молекул метанола, этанола и ацетона в пустотах, имеющее место как в твердых [7], так и, вероятно, в жидких растворах [5]. Потенциальный барьер, препятствующий такому вращению в твердых клатратах, очень мал (для ацетона, например, $\Delta H \simeq 0,25$ ккал/моль [7]). Поэтому сжимаемость растворов в области существования клатратов определяется только прочностью каркаса и не должна зависеть от природы растворенного вещества. Опыт подтверждает этот вывод.

Величина адиабатической сжимаемости в растворах при $x \sim 0,05$ меньше, чем в чистой воде, следовательно клатратные структуры должны быть более устойчивыми. Независимость β_s от температуры подтверждает это предположение. Большая прочность клатратных структур обуславливается двумя причинами.

Во-первых, среднее число водородных связей, приходящихся на одну молекулу воды, в клатратных структурах больше, чем в воде; и, во-вторых, молекулы в клатратах образуют только относительно более прочные зеркально-симметричные водородные связи [6].

Смещение особых точек в водных растворах высших спиртов в область малых x может быть связано с размещением этих молекул, имеющих сравнительно большую длину, в нескольких соседних пустотах клатратной структуры. Таким образом, клатратная модель водных растворов позволяет объяснить некоторые особенности распространения звука в водных растворах неэлектролитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Ларионов. Исследование скорости распространения ультразвуковых волн в смесях с ассоциированными компонентами. *Ж. физ. хим.*, 1953, 27, 1002.
2. Дж. Лэмб. Термическая релаксация в жидкостях. В сб. «Свойства жидкостей, газов и растворов», под ред. У. Мэзона. М., «Мир», 1968, 222—297.
3. F. Franks, D. Ives. The structural properties of alcohol-water mixtures. *Quart. Rev.*, 1966, 20, 1—44.
4. В. А. Михайлов, Л. И. Пономарева. Строение и термодинамические свойства водных растворов неэлектролитов. *Ж. структ. хим.*, 1968, 9, 12.
5. М. И. Шапаронов, Н. В. Чекалин. Диэлектрическая релаксация и строение растворов вода — ацетон. *Ж. структ. хим.*, 1970, 11, 599.
6. Г. Г. Маленков. Геометрический аспект явления стабилизации структуры воды молекулами неэлектролитов. *Ж. структ. хим.*, 1966, 7, 331—336.
7. G. J. Wilson, D. W. Davidson. Dielectric relaxation in acetone-water clathrats. *Canad. J. Chem.*, 1963, 41, 264—267.

Московский государственный
университет

Поступило в редакцию
6 апреля 1970 г.