

Решением уравнения (5) является выражение:

$$\lambda = \frac{k}{\sqrt[4]{(1-\sigma) \left[3\sigma - 1 + \sqrt{(3\sigma - 1)^2 + (1-\sigma)(3+\sigma)} \right]}}$$

Полученное отсюда отношение скоростей изгибных рэлеевских волн C_p и обычных изгибных волн C в пластинах из разных веществ приведено в таблице.

Выражаю благодарность М. А. Исаковичу и Л. М. Бреховских за ряд полезных критических замечаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Бреховских. Волны в слоистых средах. М., Изд-во АН СССР, 1957.
2. Дж. В. Стретт (лорд Рэлей). Теория звука. Том 1, М., ГТТИ, 1955.
3. Г. М. Фихтенгольц. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 1. М., ГТТИ, 1958.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
23 октября 1959 г.

ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ И СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА В ЖИДКОСТЯХ

А. Е. Луцкий, А. Н. Панова

Влияние комплексов, образующихся за счет водородных связей между молекулами, на скорость распространения звука (c) в жидкостях продолжает оставаться недостаточно изученным [1—4]. В случае фенолов влияние такого рода ассоциации молекул может быть обнаружено сравнением поведения изомерных замещенных фенола с прочной внутримолекулярной водородной связью у ортоизомера. В табл. 1 приведены результаты измерения значения c в расплавах орто-, мета- и пара-нитрофенолов и для сравнения орто-, мета- и пара-нитроанизолов (для последних измерения проведены лишь при одной температуре). Измерения производились на ультразвуковом дефектоскопе УЗД-7Н; температура поддерживалась с точностью $\pm 0,2^\circ$.

Таблица 1

Скорость распространения звука c (м / сек) изомерных нитрофенолов и нитроанизолов

Температура (°C)	Нитрофенолы			Нитроанизолы		
	о —	м —	п —	о —	м —	п —
90,5	—	—	—	1443	1442	1480
100,0	1399	1594	—	—	—	—
110,0	1367	1577	—	—	—	—
115,0	1348	1563	1638	—	—	—
125,0	1312	1538	1606	—	—	—
135,0	1272	1512	1575	—	—	—
140,0	1253	1502	1559	—	—	—

Приведенные в таблице значения c являются средними из многократных определений. Поскольку точность отдельного измерения невысока (± 11 м/сек), последующие расчеты приводятся нами лишь для оценки качественных, а не строго количественных соотношений.

В табл. 2 даны рассчитанные значения волнового сопротивления — ρc (ρ — плотность вещества), коэффициента адиабатической сжимаемости — $\beta_{ад}$, «постоянной» РАО ($c^{1/2}v$) и (для нитрофенолов) термического коэффициента $\Delta c/\Delta t$ в интервале 115—140°C. При расчетах использованы данные для плотности, приведенные в [5—6].

У нормальных (неассоциированных) дизамещенных бензола (толуидинов, хлортолуолов, нитротолуолов, дихлорбензолов, ксилолов и других) [1] изомерия по положению почти не вызывает различия в значениях c , ρc и $\beta_{ад}$. Это подтверждается и полученными данными для нитроанизолов. Иное имеет место у нитрофенолов, у которых значения c и ρc заметно изменяются в ряду о — < м — < п —, а значение $\beta_{ад}$, наоборот, в ряду о — > м — > п —. При этом значения $c_{о-}/c_{п-}$ и $(\rho c)_{о-}/(\rho c)_{п-}$ при одинаковой температуре оказываются равными 0,8, $(\beta_{ад})_{о-}/(\beta_{ад})_{п-}$ (при 125°C) 1,55, а $(c^{1/2}v)_{о-}/(c^{1/2}v)_{п-}$ 0,97—0,99, т. е. почти одинаково у изомеров.

Таблица 2

Соединение	$\rho_s \cdot 10^{-3}$ г/см ³ сек при 125°C	$\beta_{ад} \cdot 10^{12}$ $\frac{см^2}{дин}$ при 125°C	$\frac{\Delta c}{\Delta t}$ М сек·град (115—140°C)	$c^{1/3v}$ при			
				100° (90,5°)	110°	125°	140°
Нитрофенол о —	162	45,8	—3,8	1257	1263	1262	1255
м —	197	32,4	—2,4	1269	1271	1274	1274
п —	207	29,4	—3,2	—	—	1274	1287
Нитроанизол о —	172 (90,5°)	40,3 (90,5)	—	(1473)	—	—	—
м —	~170 (90,5°)	~40,8 (90,5)	—	—	—	—	—
п —	175 (90,5)	43,7 (90,5)	—	(1470)	—	—	—

Своеобразие нитрофенолов подчеркивается и значениями $\Delta c/\Delta t$ у изомеров. У формальных дизамещенных бензола изомерия по положению не влияет на знак и почти не влияет на абсолютное значение $\Delta c/\Delta t$. У изомерных нитрофенолов $\Delta c/\Delta t$, так же как и у почти всех других соединений [7], имеет отрицательный знак и в изученном интервале температур значение c уменьшается линейно с ростом последней. Однако у пара- и особенно у метаизомера абсолютное значение $\Delta c/\Delta t$ заметно пониже-но сравнительно с орто.

Отмеченные особенности нитрофенолов, по-видимому, связаны с наложением у мета- и пара-нитрофенолов эффекта образования указанных выше комплексов. Это следует прежде всего из нормального поведения ортоизомеров с прочной внутримолекулярной водородной связью. Действительно, у орто-нитрофенола переход к метило-вому эфиру вызывает рост значения c как и у других нормальных веществ при увеличении длины углеводородной цепи на CH_2 -группу [1]; салициловый альдегид — соединение с прочной внутримолекулярной водородной связью имеет почти тоже значение c , что и незамещенный бензальдегид. Мета- и пара-изомеры ведут себя как прочие соединения, молекулы которых склонны к образованию водородных связей. Из сравнения поведения метамерных соединений (например, нормального гексанола и дипропилового эфира или орто-крезола и анизола) или членов того же ряда изопериодических соединений (например, нормальный пентан, метилэтилкетон, метилацетат, диэтиловый эфир, нормальный бутанол и другие) [1] видно, что соединения, содержащие гидроксильную группу, обладают наименьшими значениями β и $\Delta c/\Delta t$ и наибольшими значениями c и ρ_s . В отличие от ортонитрофенола переход к эфиру у мета- и пара-изомеров вызывает заметное снижение значения c и рост $\beta_{ад}$, а «постоянная» РАО, как и у многих других ассоциированных веществ [8], по-видимому, несколько растет с температурой. Очевидно, наличие комплексов за счет водородных связей между молекулами способствует у гидроксилсодержащих соединений (спиртов и фенолов) значительному росту c и понижению $\beta_{ад}$ и $\Delta c/\Delta t$. Вызвано это, по-видимому, резким уменьшением у ассоциированных веществ объема, доступного для движения микрочастиц ($v_{дв}$ или $v - v_B$) [8] и ростом сил сцепления (упругих коэффициентов) между комплексами, состоящими из цепей молекул, связанных водородной связью [3]. Уменьшением последних в случае образования циклических комплексов можно было бы объяснить менее резкое проявление указанных особенностей ассоциированных веществ у карбоновых кислот. Поскольку ассоциация молекул вызывает также заметный рост ρ и уменьшение молярного объема v [9], у такого рода соединений заметно возрастает значение ρ_s , а различие в значениях «постоянной» РАО у изомеров, как и у нормальных веществ, почти отсутствует.

Таким образом, для соединений с комплексами молекул, образованными за счет водородных связей между ними, характерно заметное снижение коэффициента адиабатической сжимаемости, повышение скорости распространения звука в жидкостях, уменьшение термического коэффициента скорости звука, повышенное значение волнового сопротивления и некоторый рост «постоянной» РАО с температурой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Бергман. Ультразвук. М., ИЛ, 1957, стр. 243, 256.
2. Б. Кудрявцев. Применение ультразвуковых методов в практике физико-химического исследования. Усп. химии, 1948, 17, 158—174.
3. В. В. Тарасов, Е. Г. Понедельникова. Скорость звука и структура ассоциированных жидкостей. Докл. АН СССР, 1954, 96, 789—792.
4. Е. Г. Понедельникова, В. В. Тарасов. Об обобщенном правиле РАО для ассоциированных жидкостей. Докл. АН СССР, 1954, 96, 1191—1194.
5. F. Jaeger. Über die Temperaturabhängigkeit der molekularen freien Oberflächenenergie von Flüssigkeiten. Z. anorg. allg. Chem., 1917, 101, 1—170.

6. N. Sidgwick, N. Bayliss. The parachor of co-ordinated hydrogen in the ortho-substituted phenols J. Chem. Soc., 1930, 2027—2035.
7. A. Weisler. Sound velocity and the temperature change of molecular association in water. J. Chem. Phys., 1947, 15, 210—211.
8. А. Е. Луцкий. О свободном объеме жидкостей. Ж. физ. химии, 1956, 30, 487—491.
9. А. Е. Луцкий. Плотность жидкостей. Ж. физ. химии, 1954, 28, 204—212.

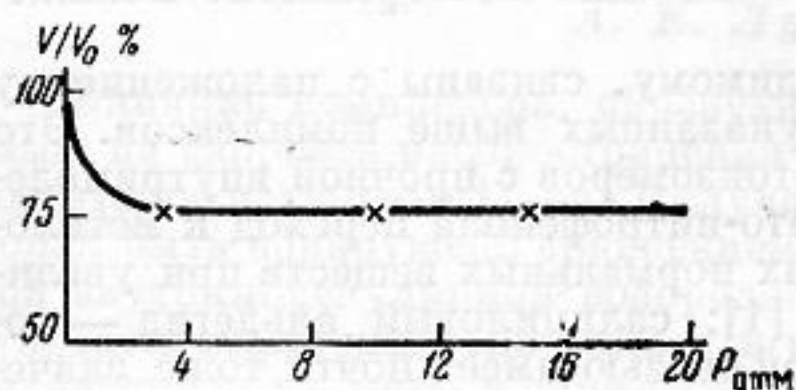
Харьковский политехнический
институт им. В. И. Ленина

Поступило в редакцию
12 июля 1959 г.

О ВЛИЯНИИ ВЫСОКИХ ВНЕШНИХ ДАВЛЕНИЙ НА РАЗРУШЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПРИ ЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

В. О. Мальченко, И. А. Уткин

Согласно существующим представлениям при ультразвуковой (звуковой) обработке твердых тел разрушение материала происходит в результате комплексного воздействия кавитационных явлений и долбящего действия абразива. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте методики и техники разведки (ВИТР) данный метод разрушения твердых тел предполагалось использовать для отбора образцов горных пород с больших глубин при гидростатических давлениях, достигающих 20 и более атмосфер.



Зависимость изменения скорости звукового бурения от внешнего давления

В этом случае скорость разрушения по сравнению с ее значением при атмосферном давлении должна уменьшиться за счет ослабления или полного исчезновения диспергирующего действия кавитационных процессов. Для изучения влияния внешнего давления на скорость акустической эрозии и выявления удельного веса эрозионно-кавитационных процессов при бурении звуковыми магнитострикционными вибраторами была разработана и изготовлена специальная барокамера, позволяющая создавать давления до 30 атм.

Опыты по эрозионному разрушению горной породы в барокамере проводились на мраморе. Для бурения был использован трубчатый магнитострикционный вибратор, возбуждаемый на частоте 2450 гц. В качестве абразива применялся термокорунд со средней крупностью зерна 0,30 мм. Абразив засыпался перед началом опыта под наконечник вибратора в количестве 1000 мг. Давление в камере изменялось от 0 до 20 атм с интервалами в 5 атм.

Результаты опытов приведены на фигуре.

Из фигуры следует, что по мере роста внешнего давления скорость бурения магнитострикционным вибратором уменьшается. При давлении 5 атм величина скорости бурения уменьшалась на 20%. Дальнейший рост внешнего давления никакого влияния на скорость акустической эрозии не оказывает.

Это дает основание сделать вывод, что при акустическом долблении прирост скорости за счет кавитационного разрушения невелик и не превышает 20% от общей скорости бурения.

Всесоюзный н.-и. институт
методики и техники разведки
Ленинград

Поступило в редакцию
28 мая 1959 г.

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ЗВУКОВЫХ ВОЛН

И. А. Ратинская

В работе [1] была поставлена задача о нахождении эффективных значений плотности и скорости звука в «микронеоднородной» среде, образованной идеальной жидкостью с вкраплениями в виде шариков, расположенных в узлах кубической решетки. Однако при решении задачи был допущен ряд ошибок, в связи с чем результаты расчета являются неверными. Ошибки сводятся к следующим пунктам.