

пространяться вдоль оболочки с различными скоростями в виде нормальных волн, в частности, изгибного и продольного типа. Значения скоростей распространения нормальных волн низких номеров с увеличением диаметра оболочки асимптотически приближаются к значениям скоростей изгибных и продольных волн в пластинке. Этим и объясняется, почему в случае оболочек большого диаметра, направления максимумов излучения совпадают с направлениями аналогичных максимумов для пластинки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Л я м ш е в. К вопросу о принципе взаимности в акустике. Докл. АН СССР, 1959, 125, 1231—1234.
2. Л. М. Л я м ш е в. Отражение звука тонкими пластинками и оболочками в жидкости. М., Изд-во АН СССР, 1955.
3. Л. М. Л я м ш е в, С. Н. Р у д а к о в. Отражение звука толстыми ограниченными пластинками в жидкости. Акуст. ж., 1956, 2, 2, 228—230.
4. A. S c h o c h. Der Schalldurchgang durch Platten. Acustica, 1952, 2, 1—10.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
18 марта 1961 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКА В ВОДЕ ПО ЛИНИИ НАСЫЩЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ КРИТИЧЕСКУЮ ОБЛАСТЬ

В. Ф. Ноздрев, А. П. Осадчий, А. С. Рубцов

Несмотря на то, что вода представляет собой одну из важнейших жидкостей для науки и техники, и многие ее свойства экспериментально изучены различными методами, скорость распространения ультразвуковых волн в воде по линии насыщения, вплоть до критических температур, доселе времени не была экспериментально изучена.

Уже тот факт, что скорость ультразвука в воде при температуре $70-80^\circ$ имеет максимум ставит воду в особое положение при изучении ее ультраакустических свойств.

Весьма высокие критические давления ($217,5 \text{ ат}$) и температура ($+374,0^\circ$), а также сравнительно большая электропроводность при высоких температурах крайне осложняют экспериментальное измерение скорости ультразвука в воде в широком интервале температур, включая критическую область.

Для решения этой задачи нами был сконструирован и изготовлен автоклав из специальной нержавеющей и немагнитной стали, в котором пьезокварцевая пластинка только одной поверхностью соприкасалась с водой. Другая поверхность пластинки изолирована от воды. Этим исключалось влияние электропроводности воды на возбуждение кварцевой пластинки. Над пластинкой при помощи магнитного поля катушки-подъемника, охватывающей автоклав, мог подниматься и опускаться рефлектор, изготовленный из той же стали. Это достигалось тем, что в хвостовике рефлектора был вмонтирован стержень из кобальтовой стали. Температура автоклава, помещенного в термостат, измерялась термопарой, проградуированной по термометрам с ценой деления шкалы $0,2^\circ$. Воздух в термостате хорошо перемешивался. Измерение скорости производилось методом интерферометра. Возникающие при перемещении рефлектора изменения анодного тока записывались на шлейфовом осциллографе, причем изменения анодного тока достигали $0,1 \mu \text{ А}$ при изменении расстояния между пластинкой и рефлектором на каждую полуволну.

Предварительные измерения, проведенные при постепенном нагреве автоклава до температуры 379° , показали, что для выравнивания температуры автоклава необходимо осуществлять постепенный нагрев за время не менее 50 час; такое же время необходимо для остывания его до комнатной температуры. Перед каждым измерением температура стабилизировалась в течение одного часа. Чтобы избежать возможного изменения температуры воды в автоклаве при излучении ультразвуковых волн кварцевой пластинкой, измерение осуществлялось кратковременно — в течение 5—7 сек. В это же время производилась и запись на осциллографе.

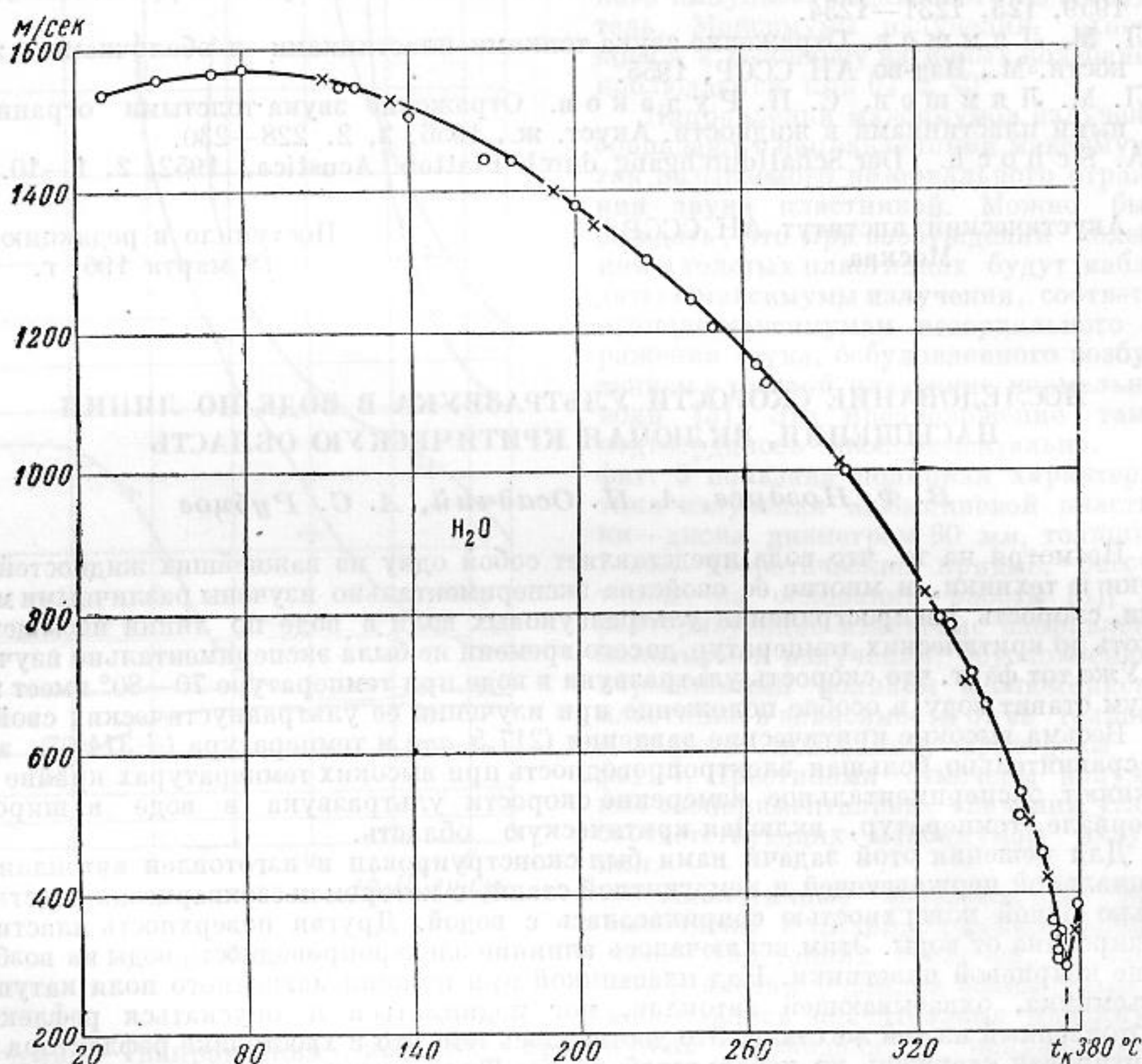
Перед стабилизацией температуры частота ультразвука подбиралась так, чтобы получить наибольшую амплитуду осциллографических записей. Частота измерялась гетеродинным волномером и изменялась от 1,993 до 2,305 мГц.

Исследовалась вода двойной перегонки с электропроводностью $\sigma = 4 \cdot 10^{-6}$. Прозрачность воды в процессе проведения опыта изменялась; отработанная вода оставалась совершенно прозрачной. Электропроводность возрастала до $\sigma = 90 \cdot 10^{-6}$, что указывало на растворение в воде, в ничтожной степени, металлов автоклава. Внутренняя, как и наружная поверхность автоклава после опыта приобретала слабый желтовато-темноватый оттенок.

Экспериментальные данные представлены на фигуре. Кривая для скорости звука проведена как наиболее вероятная по экспериментальным точкам. Учитывая точность измерения температуры и время термостатирования, число полуволн на осциллограм-

мах (до 200) и частоты ультразвука (до 4-го знака), истинная кривая может сдвинуться вправо или влево по оси температур не более, как на $\pm 0,4^\circ$.

По приведенным данным видно, что скорость ультразвука имеет максимум, лежащий между 70 и 80° , что является подтверждением известных данных [1, 2]. Далее, по мере возрастания температуры, скорость падает. В интервале температур от 120 до 370° падение скорости в общем подчиняется квадратичному закону. Начиная с 370° до $374,5 \pm 0,5^\circ$, скорость звука падает еще быстрее, достигая минимума, равного 294 м/сек. С повышением температуры до $379,5 \pm 0,5^\circ$ скорость быстро растет, достигая 390 м/сек.



Экспериментальные значения скорости, полученные при снижении температуры (на графике отмечены крестиками), повторяют значения скорости, полученные при увеличении температуры. Это говорит о том, что растворенные в воде за время опыта молекулы металлов автоклава не изменили скорости ультразвука в пределах точности измерений.

Проведенные нами исследования показывают, что изменение скорости ультразвука в воде по линии насыщения подчиняются особой закономерности, отличной от соответственной закономерности для других жидкостей. В области, близкой к критической температуре, в интервале $\pm 5^\circ$, характер изменения скорости звука соответствует характеру изменения скорости звука для других жидкостей [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Ф. Ноздрев, П. Е. Прозоров. К исследованию температурного коэффициента скорости ультразвука органических жидкостей и воды. Ж. эксп. и теор. физ., 1939, 5, 625.
2. В. Ф. Ноздрев. Применение ультраакустики в молекулярной физике. М., ГТТИ, 1958.

Сталинградский с.-х. институт,
Московский областной
педагогический институт
им. Н. К. Крупской

Поступило в редакцию
21 августа 1960 г.