

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 s 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° имеет максимум ставит воду в особое положение при изучении ее ультраакустических свойств.

Весьма высокие критические давления (217,5 ат) и температура (+374,0°), 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°. 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 мА 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.

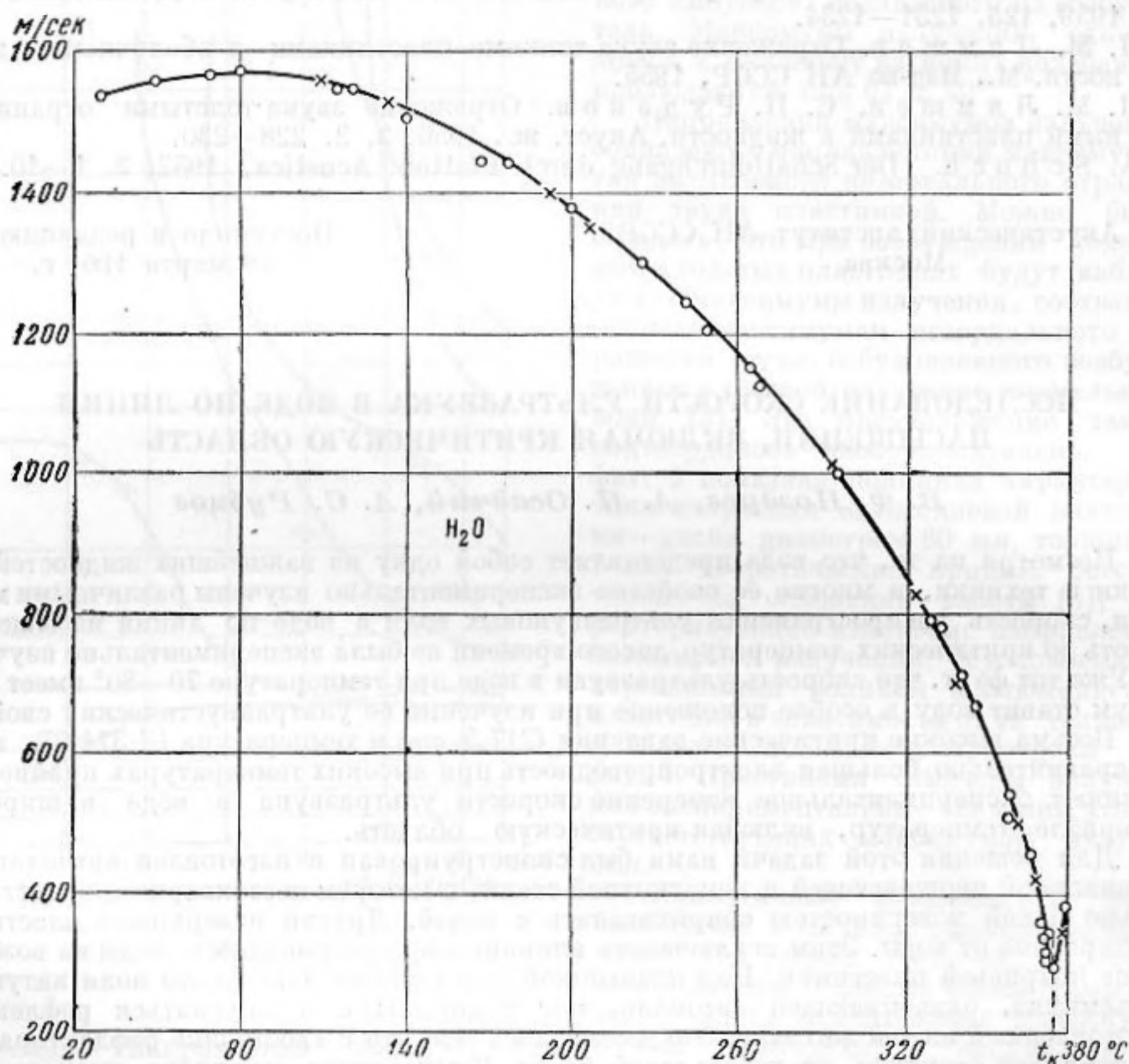
Перед стабилизацией температуры частота ультразвука подбиралась так, чтобы получить наибольшую амплитуду осциллографических записей. Частота измерялась гетеродинным волномером и изменялась от 1,993 до 2,305 мгц.

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  $80^\circ$ , что является подтверждением известных данных [1, 2]. Далее, по мере возрастания температуры, скорость падает. В интервале температур от  $120$  до  $370^\circ$  падение скорости в общем подчиняется квадратичному закону. Начиная с  $370^\circ$  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.