

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ВОЛН В МАЛОВЯЗКИХ ЖИДКОСТЯХ

К.Н.Баранский, Г.А.Север, Т.С.Величина

При исследовании спектра света, рассеянного в маловязких жидкостях, была обнаружена тонкая структура крыла линии Релея [1]. Это явление было истолковано, как результат модуляции рассеянного света поперечными дебаевскими гиперзвуковыми волнами, распространяющимися в жидкости со сравнительно малыми скоростями и небольшим поглощением. Поэтому можно было надеяться искусственно возбудить поперечные звуковые волны в маловязких жидкостях на гиперзвуковых частотах. С этой целью нами были поставлены опыты, в которых для исследования поперечных гиперзвуковых волн в жидкостях использовался метод измерения коэффициента отражения поперечных волн, возбужденных, например, в кварце от его поверхности смоченной исследуемой жидкостью [2, 3].

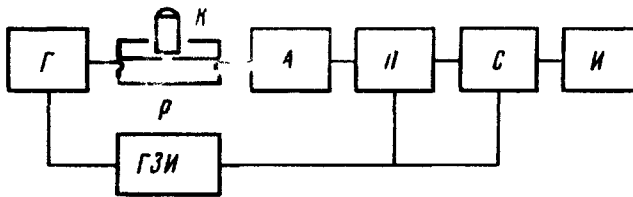


Рис. 1

Была использована установка для импульсных гиперзвуковых измерений, блок-схема которой изображена на рис. 1. В стержне X-среза кварца (K), помещенном в двухмодовый коаксиальный резонатор Лэмба (P), возбуждались импульсы быстрых поперечных волн ( $V_T = 5,11 \cdot 10^5$  см/сек). Резонатор обеспечивал значительное ослабление других видов волн в кварце. Из полученной последовательности импульсов отбирались и селектировались импульсы, соответствующие наибольшему числу отражений, амплитуда которых  $A_n$  наиболее чувствительна к изменениям коэффициента отражения, так как  $A_n \sim \pi^n$ , где  $\pi$  — модуль коэффициента отражения, а  $n$  — число отражений от поверхности, смачиваемой жидкостью. Использовались только те импульсы, в которых отсутствовали интерференционные эффекты, свидетельствующие об одновременном приходе сравнительно более слабых продольных и медленных поперечных волн в кварце. Селекция импульсов производилась в приемнике (И) и строб-приставке (С), управляемых синхронно с генератором СВЧ импульсов (Г) генератором задержанных импульсов (ГЗИ). Амплитуда выделенного этой системой импульса, испытавшего  $n$  отражений от чистой поверхности кварца, находящейся вне резонатора, предварительно измерялась интегратором (И). Затем на эту поверхность наносилась смачивающая ее капля исследуемой жидкости, температура которой измерялась термометром. Наблюдавшееся при этом уменьшение показаний интегратора компенсировалось калиброванным аттенюатором (А). Так измерялось значение коэффициента отражения  $\pi$ .

Описанным методом были проведены измерения коэф. ф. отражения поперечных волн на частотах 500 — 1000 мГц для анилина, хинолина, нитробензола и воды. Для хинолина на частоте 515 мГц измерения проведены в интервале температур от 2,5 до 111°С. Возбуждение поперечных гиперзвуковых волн было также обнаружено в бензоле, четыреххлористом углероде и ацетоне.

Для определения скорости распространения  $V_{\text{ж}}$  и коэф. ф. поглощения  $\alpha$  этим методом необходимо измерить коэф. ф. отражения и изменение фазы волны, отраженной от поверхности кварца, смоченной жидкостью, по сравнению с фазой волны, отраженной от чистой поверхности кварца. Однако в тех случаях, когда значение величины  $(\alpha V_{\text{ж}} / \omega) \ll 1$ , это изменение фазы пренебрежимо мало, и используя значение коэф. ф. отражения можно вычислить значение скорости распространения:

$$V_{\text{ж}} = [(\rho V_{\text{к}})_{\text{кварца}} / \rho_{\text{ж}}] (1 - \pi) / (1 + \pi),$$

где  $\rho$  и  $\rho_{\text{ж}}$  — соответственно плотности кварца и жидкости.

Эксперименты по наблюдению тонкой структуры крыла линии Релея, соответствующей поперечному гиперзвуку в анилине, хинолине и нитробензоле свидетельствуют о том, что значение величины  $\alpha V_{\text{ж}} / \omega$  в них существенно меньше единиц. Учитывая это обстоятельство мы сочли возможным вычисление скоростей поперечных волн в исследованных жидкостях из полученных значений коэф. ф. отражения.

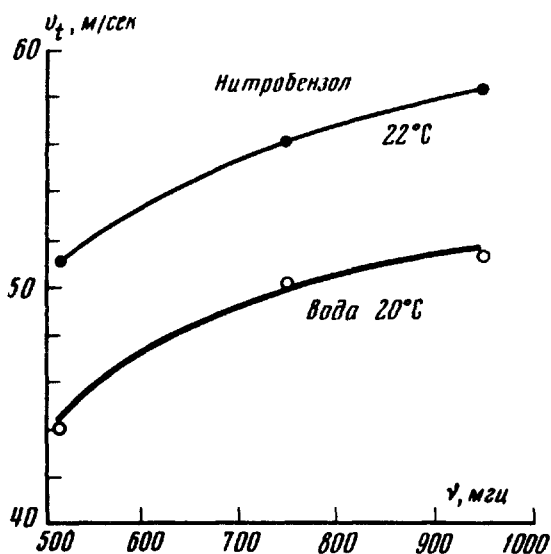


Рис. 2

Полученные значения скорости распространения поперечных волн для нитробензола и воды в зависимости от частоты представлены на рис. 2. При изменении частоты от 515 до 950 мГц скорость этих волн в анилине изменяется от 74 до 105 м/сек при 22°С и в хинолине от 78 до 110 м/сек при 21°С. Знак дисперсии скорости и характер ее изменения с частотой (рис. 2) находятся в качественном согласии с представлениями, вытекающими из теории Максвелла.

На рис. 3 представлена температурная зависимость скорости поперечных волн в хинолине на частоте  $515 \text{ мкн}$ . С увеличением температуры уменьшается вязкость и соответственно падает величина скорости. Приведенные выше значения скорости поперечных волн получены с точностью  $10 - 20\%$ . Следует

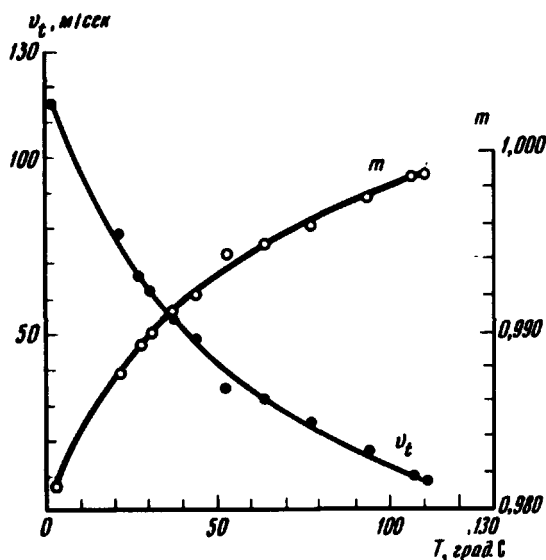


Рис. 3

также отметить, что измерения скоростей поперечных волн в тех же жидкостях, проведенные с использованием в качестве излучателя ниобата лития, дали значения скоростей на  $20 - 30\%$  больше. Поэтому наши первые результаты следует рассматривать лишь как оценку порядка величины скоростей поперечных гиперзвуковых волн в исследованных маловязких жидкостях.

Авторы благодарны проф. И.Л. Фабелинскому за ценные дискуссии и В.С. Букланову за помощь в работе.

Физический факультет  
Московского  
Государственного университета  
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию  
1 декабря 1970 г.

### Литература

- [1] В.С.Старунов, Е.В.Тиганов, И.Л.Фабелинский. Письма в ЖЭТФ, 5, 315, 1967.
- [2] W.P.Mason, W.O.Baker, H.J.McScimin, J.H.Heiss. Phys. Rev., 75, 936, 1949.
- [3] J.Lamb, H.Seguin. The J.of Acoustical Society of America, 39, 819, 1966.