

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Бреховских, Волны в слоистых средах. М., Изд-во АН СССР, 1967.

Ленинградский горный институт
им. Г. В. Плеханова

Поступило в редакцию
11 июня 1968 г.

УДК 534.28

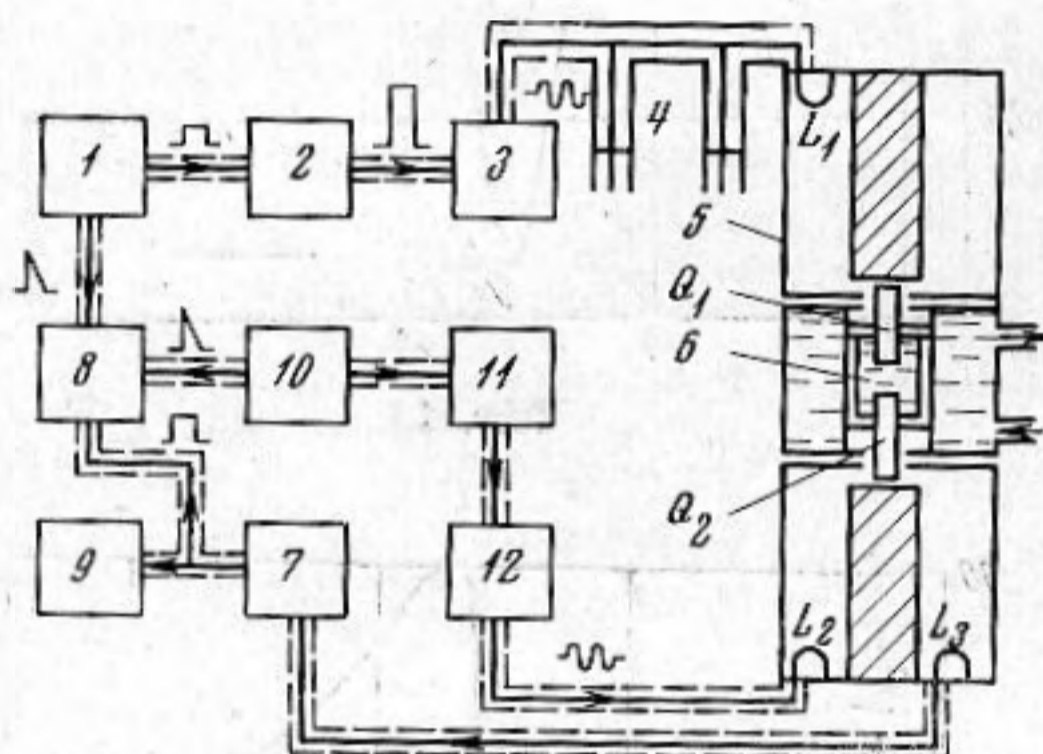
ИЗМЕРЕНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ГИПЕРЗВУКА В РЯДЕ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ЧАСТОТАХ 1—2 ГГц

К. Пармиев, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин

Изучение ультра- и гиперзвуковых свойств жидкостей импульсным методом позволяет расширить диапазон используемых частот и поэтому дает возможность более точно определить времена акустической релаксации. Ниже сообщаются результаты измерения коэффициента поглощения гиперзвука в воде, ацетоне, сероуглероде, толуоле, хлороформе, четыреххлористом углероде, тиофене, хлористом и бромистом метилена, бензоле, хлорбензоле, бромбензоле и фторбензоле в диапазоне частот от 1000 до 2000 МГц. Результаты измерения коэффициента поглощения звука в указанных жидкостях в интервале частот 10—1000 МГц приведены в работах [1—3, 4, 5], а в диапазоне частот 1000—1500 МГц — в работах [5, 6].

Метод излучения и приема звука в области частот 1000—2000 МГц основан на использовании нерезонансного возбуждения

поверхностного слоя монокристалла ниобата лития. Блок-схема установки для измерения коэффициента затухания гиперзвука схематически изображена на фигуре. Генератор импульсов 1 запускает развертку электронного осциллоскопа 8 и импульсного модулятора 2. Модулятор вырабатывает импульсы, которые подаются на анод лампы генератора 3. С генератора высокой частоты 3 радиоимпульс с определенной несущей частотой поступает на коаксиальный трансформатор 4 и через петлю связи L_1 на коаксиальный резонатор 5. Радиоимпульс на поверхности монокристалла ниобата лития Q_1 , установленного в зазоре коаксиального резонатора 5, преобразуется в гиперзвуковой импульс. Гиперзвук проходит через тот же монокристалл Q_1 в исследуемую жидкость 6, и на



поверхности второго монокристалла ниобата лития Q_2 преобразуется в радиоимпульс высокой частоты, который с петли связи L_3 поступает на вход приемника 7, усиливается и после детектирования регистрируется осциллоскопом. Одновременно от калибровочного генератора 11, запускаемого импульсным генератором 10, радиоимпульс высокой частоты через аттенюатор 12 и через петли связи L_2 и L_3 поступает на вход приемника, усиливается, детектируется и после подается на осциллоскоп 8.

Сравнивая амплитуды напряжения гиперзвукового и калибровочного сигналов, находим значение α / f^2 по формуле:

$$\frac{\alpha}{f^2} = \frac{\Delta A}{20f^2 \Delta x \lg e} \quad (1)$$

где α — амплитудный коэффициент затухания гиперзвука, f — частота гиперзвука, $\Delta A = A_2 - A_1$ — изменение амплитуды гиперзвука в децибелах, Δx — приращение акустического пути в жидкости. Точность измерения величины α / f^2 составляла $\sim 5-7\%$.

Для калибровки установки проводились контрольные измерения коэффициента затухания гиперзвука в воде и ацетоне в диапазоне частот от 1000 до 2000 МГц (см. таблицу). Как видно из таблицы, в использованном интервале частот значения $\alpha / f^2 \cdot 10^{-17}$, $\text{см}^{-1} \text{сек}^2$ в этих жидкостях в пределах точности эксперимента, остаются постоянными, что согласуется с результатами ультра- и гиперзвуковых измерений, приведенными в работах [7, 8, 9]. В таблице приведены также экспериментальные значения для толуола, сероуглерода, хлороформа, четыреххлористого углерода, тиофена, хлористого и бромистого метилена, бензола, хлорбензола, бромбензола и фторбензола. Из таблицы видно, что в этих жидкостях наблюдается дисперсия коэффициента поглощения звука [4, 6—9].

Жидкость	T, °C	Параметры жидкостей		Значения $\alpha/f^2 \cdot 10^{17}$, см ⁻¹ сек ²										$\tau_{pS} \cdot 10^{10}$, сек
		ρ_4^{20}	n_D^{20}	на частотах, Гц										
				1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	
Вода	20	0,9985	1,3330	25	24,5	25,5	24,9	24,5	23,1	24,5	24,8	23,8	24,2	—
Толуол	20	0,8670	1,4969	81	82	80,5	77	76	74	72	70	68	66	0,5
Ацетон	20	0,7902	1,3591	30	31	30	29,5	29	29,5	30,6	29,8	28,4	29,5	—
Сероуглерод	25	1,2632	1,6275	37	31	29	26	23	21	20	18	17	17	20,4
Четыреххлористый углерод	20	1,5937	1,4608	405	—	343	330	310	285	258	246	235	226	1,1
Тиофен	20	1,0650	1,5284	123	106	93	82	73	70	61	58	50	46	5,7
Хлористый метилен	25	1,3234	1,4231	50	47	44	40	38	36	34	31	30	28	8,5
Бромистый метилен	25	2,4948	1,5413	104	88	85	79	68	62	57	50	43	40	3,6
Хлорбензол	25	1,1060	1,5243	125	120	120	116,0	112,0	110,0	106	102	100,0	96	0,72
Бромбензол	25	1,4957	1,5602	128	124	120	110	111	103	105	103	98,0	94	0,66
Хлороформ	-30			137	122	104	95	86	82	79	72	65	60	2,1
	20	1,4888	1,4450	220	203	184	167	156	147	136	126	117	106	1,6
Бензол	20	0,8792	1,5010	—	—	184	—	—	—	144	124	108	95	2,7
Фторбензол	25	1,0261	1,4657	221	—	200	191	184	180	162	156	150	140	0,9

Примечание: ρ_4^{20} — плотность, n_D^{20} — коэффициент преломления, τ_{pS} — адиабатическое время акустической релаксации.

Так как хлороформ, сероуглерод, четыреххлористый углерод, толуол, тиофен, хлористый и бромистый метилен, бензол, бромбензол, фторбензол и хлорбензол являются неассоциированными жидкостями и их молекулы не имеют поворотных изомеров, согласно работам [4, 7—10] можно предполагать, что акустическая дисперсия в использованном диапазоне частот может быть обусловлена колебательной релаксацией.

Расчеты, основанные на данных эксперимента показывают правильность ранее полученных значений [4, 7—10]. Таким образом, в настоящее время возможны измерения коэффициента затухания звука в жидких системах импульсным методом в диапазоне частот от 0,5 до 2000 Мгц, с точностью ~5—7%.

Авторы выражают глубокую благодарность М. И. Шахпаронову за содействие и поддержку при проведении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин. Высокочастотная импульсная установка для исследования акустических свойств жидкостей на частотах 300—950 Мгц. Ультразвук, техн. 1967, 3, 47—50.
2. А. С. Лагунов, Б. А. Белинский. Импульсная установка для измерения поглощения ультразвука в жидкостях на сверхвысоких частотах. Ультразвук, техн.; 1966, 2, 60—63.
3. А. А. Бердыев, Н. Б. Лежнев. Метод исследования акустических свойств жидкостей на частотах 300—1000 Мгц. Акуст. ж., 1966, 2, 12, 247—250.
4. С. С. Алиев, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин. Акустическая релаксация в жидком бромистом, хлористом метиле, хлороформе и тиофене. VI Всесоюзная акустическая конференция. М. ДУ4, 1968.
5. K. G. Plass, Relaxationen in organischen Flüssigkeiten bei 16ghz. Acustica, 1967/68, 19, 236—242.
6. А. А. Бедрыев, В. В. Лапкин, Н. Б. Лежнев. Поглощение ультразвуковых волн в индивидуальных жидкостях в диапазоне частот 500—1500 Мгц. Изв. АН Туркм.ССР, сер. фтх и гн, 1968, 2 III—113.
7. И. Л. Фабелинский. Молекулярное рассеяние света. М., «Наука», 1965.
8. Ю. Г. Шорошев, Л. В. Ланшина, М. И. Шахпаронов. Изучение гипер-акустических свойств жидкостей с помощью гелий-неонового лазера, Докл. АН СССР, 1967, 173, 1, 70—72.
9. Т. Н. Мусаев, Л. В. Ланшина, П. К. Хабибуллаев, С. Г. Дудникова, А. К. Столяров. Исследование акустических свойств некоторых органических жидкостей. VI Всесоюз. акустическая конференция, М. ДУ 2, 1968.
10. И. Г. Михайлов, В. А. Соловьев, Ю. П. Сырников. Основы молекулярной акустики. М., «Наука», 1964.

Московский государственный
университет

Поступило в редакцию
16 июня 1968 г.

УДК 534.29

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ КОЛЕБАНИЙ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВОГО ПОТОКА НА ТЕПЛООБМЕН В СЛОЕ

В. Т. Плицын, Б. С. Филков

Многочисленными исследованиями [1—9 и др.] показано существенное влияние на междуфазный тепло- и массообмен колебаний одного или нескольких из их параметров. Однако в большинстве случаев объектами исследований являлись одиночные частицы, либо тонкие слои мелкодисперсных материалов. Значительное распространение в технике процессов, связанных с тепло- и массопереносом в относительно высоких слоях кусковых материалов, например, в шахтных печах и сушилах, предопределяет интерес к возможности их интенсификации указанным способом. Интерес этот тем более значителен, что колебания тех или иных параметров могут быть возбуждены естественным путем, в ходе самого процесса, при соответствующей его организации [10, 11], чем обуславливается снижение энергозатрат на его интенсификацию.

С целью выяснения влияния колебаний давления газовой фазы на теплообменные процессы в слое и было предпринято настоящее исследование, в ходе которого