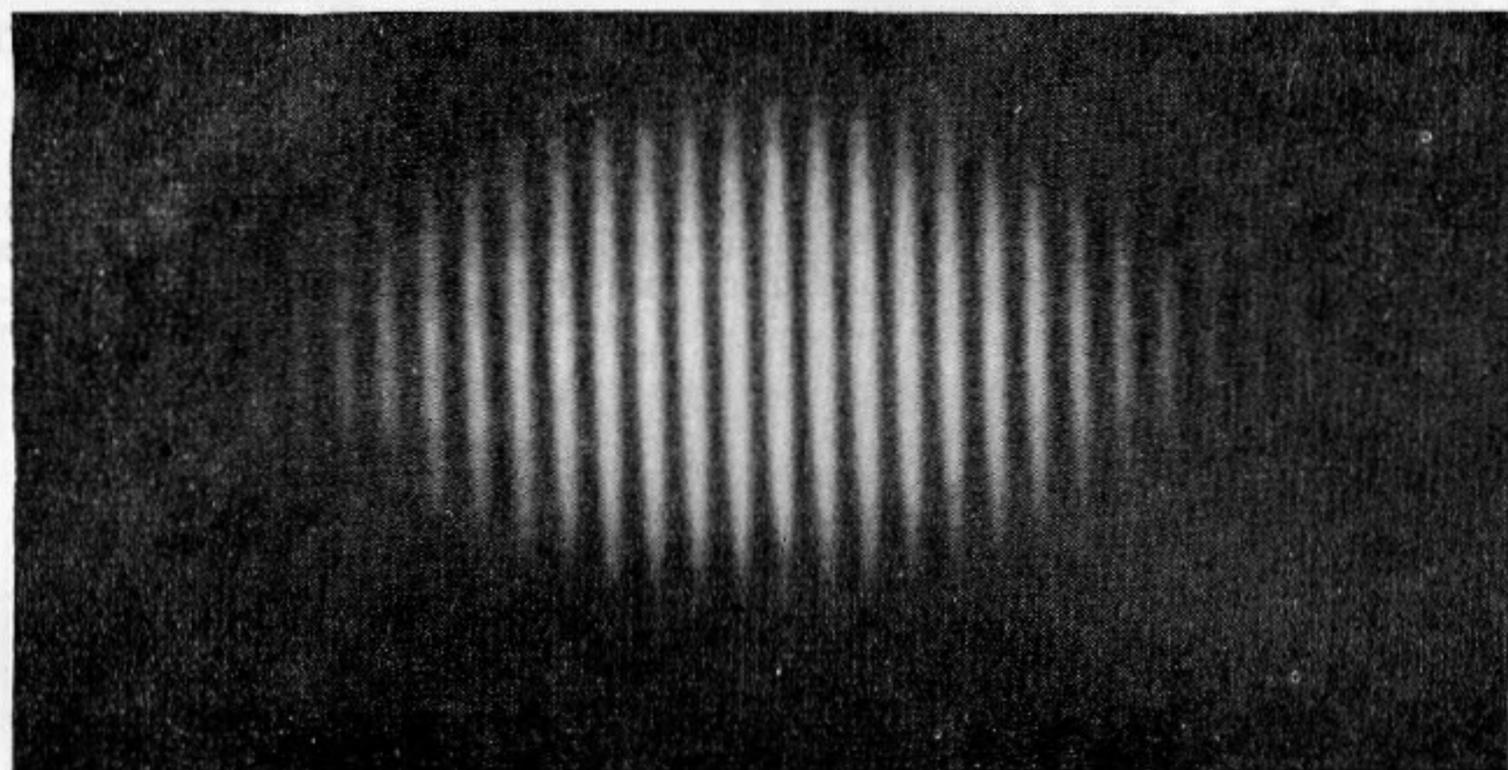


ультразвуком в ней возможно образование стоячих ультразвуковых волн. На этой фигуре видно начало формирования звукового поля внутри оболочки. Заметно, что места расположения пучностей стоячей волны, возникшей в оболочке, являются центрами излучения цилиндрических волн, распространяющихся внутрь полости оболочки. При режиме непрерывного излучения получение такой ясной картины затруднительно, так как возможно искажение ее звуком, проникающим непосредственно через стенку оболочки.

Фиг. 3. представляет собой фотографию отдельного ультразвукового импульса с частотой заполнения 4 мГц, распространяющегося в воде. Фотометрируя подобные негативы, можно судить об изменении формы импульсов при их распространении в среде, о распределении амплитуды звукового давления вдоль фронта «несущей» и т. п.



Фиг. 3

При таком способе исследования звуковое поле импульса не искажается помещаемыми в него приемными устройствами.

Визуализация импульсов может оказаться полезной не только как методика научного исследования, но также и в технике, например, для контроля некоторых ультразвуковых импульсных устройств.

Кафедра акустики  
Московского государственного  
университета

Поступило в редакцию  
6 февраля 1958 г.

## ИЗМЕРЕНИЕ ЭФФЕКТА ЭЛЕКТРОСТРИКЦИИ В НЕКОТОРЫХ ЖИДКОСТЯХ

*В. А. Петухов*

Количественное изучение электрострикции в жидкостях представляет научный и практический интерес [1, 2, 3]. Все до сих пор выполненные наблюдения электрострикции, насколько нам известно, носят чисто качественный характер [4, 5]. Попытки измерить величину электрострикции в жидкостях не увенчались успехом из-за больших экспериментальных трудностей, возникающих при таких измерениях\*. Поэтому в настоящей работе мы сделали попытку измерить величину эффекта, обойдя основные трудности применением интерференционно-модуляционного метода [6, 7, 8, 9].

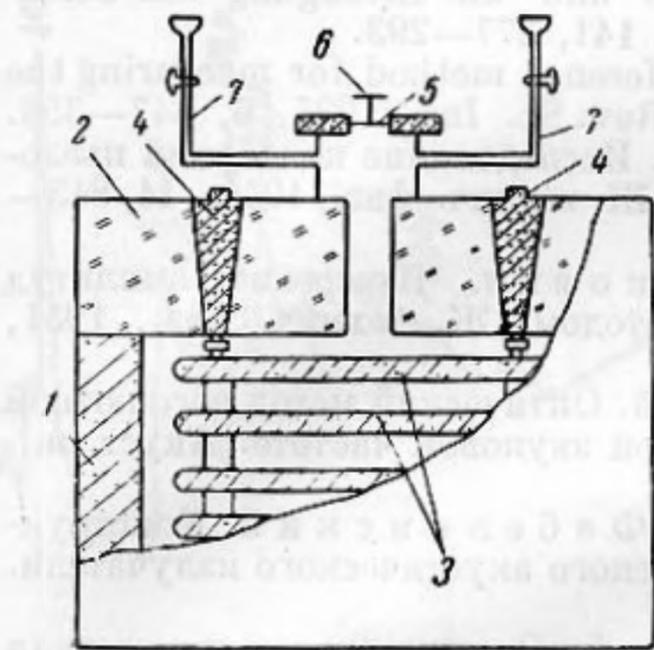
Схема основного элемента установки показана на фиг. 1. Здесь 1 — массивный сосуд, заполняемый исследуемой жидкостью, 2 — стеклянная крышка сосуда, 3 — пластины высоковольтного конденсатора, 4 — металлические выводы конденсатора, 5 — тонкая латунная мембрана толщиной 30—40 мк, 6 — зеркальце, входящее в состав интерферометра, 7 — капилляры. Общая схема установки приведена на фиг. 2, где 1 — упомянутый выше сосуд с конденсатором, 2 — трансформатор, подающий высокое напряжение с частотой 50 гц на конденсатор, 3 — интерферометр Кюстера, 4 — источник света.

При периодическом изменении объема жидкости вследствие электрострикции мембрана с зеркальцем приходит в колебательное движение с удвоенной частотой электрического поля конденсатора, что в свою очередь вызывает периодическое изменение разности хода лучей в интерферометре.

\* Среди таких трудностей наиболее существенны паразитные эффекты изменения объема жидкости вследствие теплового расширения (джоулево тепло) и деформации конденсатора в электрическом поле.

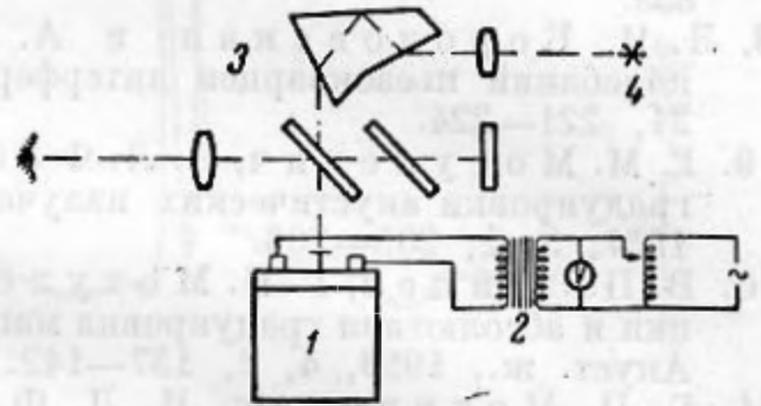
Как было выяснено раньше [6—9], в таких условиях видимость интерференционной картины будет известной функцией амплитуды колебания мембраны, что и дает возможность найти величину амплитуды или давления. Методика градуировки описана в [10].

Объем жидкости в сосуде может изменяться не только за счет электрострикции, но и благодаря выделению постоянной и переменной составляющих джоулева тепла, при изменении температуры окружающей среды и по другим причинам. Для устранения влияния постоянной составляющей джоулева тепла и температурных колебаний окружающей среды на колебания мембраны было сделано специальное приспособление, состоящее из двух стеклянных капилляров,



Фиг. 1

сопротивление которых на частоте электрострикции (100 гц) очень велико, статическое же сопротивление ничтожно. Поэтому избыток жидкости, при увеличении температуры, беспрепятственно уходит из сосуда.



Фиг. 2

Переменная часть джоулева тепла, деформации сосуда и пластин конденсатора обладают той же частотой, что и изучаемое явление и не могут быть полностью устранены. Однако наша оценка влияния этих паразитных эффектов на измеряемую величину показала, что в случае бензола, толуола и четыреххлористого углерода им можно пренебречь.

Из теории [3] следует, что электрострикционное давление выражается так:

$$\Delta p = \frac{1}{8\pi} \left( \rho \frac{\partial \epsilon}{\partial \rho} \right)_T \cdot E^2, \quad (1)$$

где  $\rho$  — плотность,  $\epsilon$  — диэлектрическая постоянная,  $E$  — напряженность электрического поля. В нашем опыте непосредственно измерялись амплитуда давления  $\Delta p_0$  и электрическое напряжение на конденсаторе.

Результаты измерений приведены в таблице,

Таблица

Вещество	$E$ в/см	$\Delta p_0 \frac{\text{дин}}{\text{см}^2}$	$\frac{\Delta v}{v}$	$\left( \rho \frac{\partial \epsilon}{\partial \rho} \right)_s$	$\left( \rho \frac{\partial s}{\partial \rho} \right)_s$
Четыреххлористый углерод	16 000	$134 \pm 19$	$0,95 \cdot 10^{-9}$	$2,37 \pm 0,34$	1,76
Бензол	16 000	$114 \pm 20$	$0,75 \cdot 10^{-9}$	$2,07 \pm 0,35$	1,81
Толуол	16 000	$123 \pm 19$	$0,81 \cdot 10^{-9}$	$2,18 \pm 0,35$	2,01

где даны значения  $\Delta p_0$ , полученные в результате усреднения по многим измерениям, а также значения  $\Delta v/v$ , т. е. относительного изменения объема. На основании (1) и наших измерений  $\Delta p_0$  и  $E$  определены адиабатические величины  $\left( \rho \frac{\partial \epsilon}{\partial \rho} \right)_s$  (четвертый столбец).

В последнем столбце таблицы приведены  $\left( \rho \frac{\partial s}{\partial \rho} \right)_s$ , вычисленные из формулы Клаузиуса — Мосотти. Переход от  $\left( \rho \frac{\partial \epsilon}{\partial \rho} \right)_T$  к  $\left( \rho \frac{\partial \epsilon}{\partial \rho} \right)_s$  сделан согласно [11].

Настоящую работу нужно рассматривать как первый опыт получения количественных данных величины эффекта электрострикции в жидкостях. Повышение точности измерения и расширение круга изучаемых жидкостей может оказаться существенным как для теории, так и для практического применения эффекта электрострикции.

Настоящая работа выполнена по предложению и под руководством И. Л. Фабелинского, которому автор выражает свою благодарность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. H. F a l k e n h a g e n, H. J a k o b. Bemerkungen zur Theorie der Electrostriktion in Onsager—Flüssigkeiten. Ann. Phys., 1950, 8, 105—108.
2. Н. Н. А н д р е е в. Замечания к термодинамической теории электрострикции. Сб., посвящ. памяти акад. П. П. Лазарева, 1956, 5—10.
3. V. S c a i f e. On the molecular theory of electrostriction. Proc. Phys. Soc., 1956, 69, 153—160.
4. H. F a l k e n h a g e n. Ultrachall und Elektrostriktion. Z. angew. Phys., 1949, 1, 304—306.
5. H. G o e t z. Die Electrostriktion in Flüssigkeiten und die Erzeugung von Ultrachall auf elektrostriktivem Wege. Z. Phys., 1955, 141, 277—293.
6. H. O s t e r b e r g, J. W. C o o k s o n. An interference method for measuring the piezoelectric moduli of alpha-quartz; The moduli, Rev. Sc. Ins., 1935, 6, 347—356.
7. М. Л. К о т л я р о в с к и й и Е. Я. П у м п е р. Исследование колебаний пьезокварцевых пластин интерференционным методом. Ж. технич. физ., 1941, 11, 843—853.
8. Л. И. Б о р о д о в с к а я и А. Е. С а л о м о н о в и ч. Измерение амплитуд колебаний пьезокварцев интерференционным методом. Ж. технич. физ., 1951, 21, 221—224.
9. Г. М. М о т у л е в и ч, И. Л. Ф а б е л и н с к и й. Оптический метод абсолютной градуировки акустических излучателей на низкой звуковой частоте. Акуст. ж., 1957, 3, 2, 205—206.
10. В. П. З а й ц е в, Г. П. М о т у л е в и ч и И. Л. Ф а б е л и н с к и й. Конструкция и абсолютная градуировка магнитоэлектрического акустического излучателя. Акуст. ж., 1958, 4, 2, 137—142.
11. Г. П. М о т у л е в и ч, И. Л. Ф а б е л и н с к и й. О зависимости показателя преломления от плотности на низких звуковых частотах. Докл. АН СССР, 1956, 106, 537—640.

Физический институт  
им. П. Н. Лебедева  
АН СССР, Москва

Поступило в редакцию  
27 декабря 1957 г.

## О СИНТЕЗЕ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОЛЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН

*А. В. Сокольская, И. Е. Эльтнер*

В предыдущем сообщении [1] было показано, что под действием ультразвуковых волн в присутствии в воде азота, водорода и окиси углерода синтезируются аммиак, синильная кислота и формальдегид. Наряду с этим было высказано предположение, что диссоциация или ионизация газов и молекул растворителя осуществляется непосредственно в кавитационной полости. Есть основание думать, что в кавитационной полости активируются, по-видимому, и некоторые органические соединения.

В качестве примера приводим полученные нами данные о химических превращениях хлористого метилена ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) в поле ультразвуковых волн. Оказалось, что хлористый метилен в озвучиваемой воде в присутствии воздуха (кислорода) дает новое соединение, нерастворяющееся в данной среде и выпадающее в осадок. Элементарный анализ синтезированного вещества позволил установить однородность этого продукта и эмпирическую его формулу ( $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{O}_3\text{Cl}_2$ ). Структурной формулы этого вещества определить не удалось, так как оно не поддается растворению в известных нам растворителях (спирты, эфиры, бензол, четыреххлористый углерод и др.). Существенные сведения о строении данного вещества были получены при помощи инфракраснофотометрии. Исследовалась тонкая суспензия этого соединения в парафиновом масле при помощи двухлучевого автоматического спектрофотометра АНКС-Ф-4. Полученная инфракрасноспектрофотометрическая кривая представлена на фиг. 1. Появившаяся в присутствии исследуемого вещества полоса при  $3,03 \mu$  принадлежит группе ОН; при  $5,76 \mu$ —группе С—О; при  $6,23 \mu$ —группе С—С. Это безусловно свидетельствует об имевшем место процессе синтеза нового органического вещества. Для сравнения на фиг. 2 приведена соответственная кривая для чистого парафинового масла.

Далее выяснилось, что кинетика этого процесса зависит от природы газа, которым предварительно насыщается озвучиваемая среда. Медленно протекает этот процесс в среде азота, несколько быстрее в воздушной среде, весьма быстро он завершается в аргоне, а в гелии, наоборот, он резко угнетается; попутно укажем на аналогичное влияние аргона и гелия на ультразвуковую люминесценцию воды [2]. Усиливающее действие аргона и тормозящее влияние гелия автор цитируемой статьи пытается объяс-