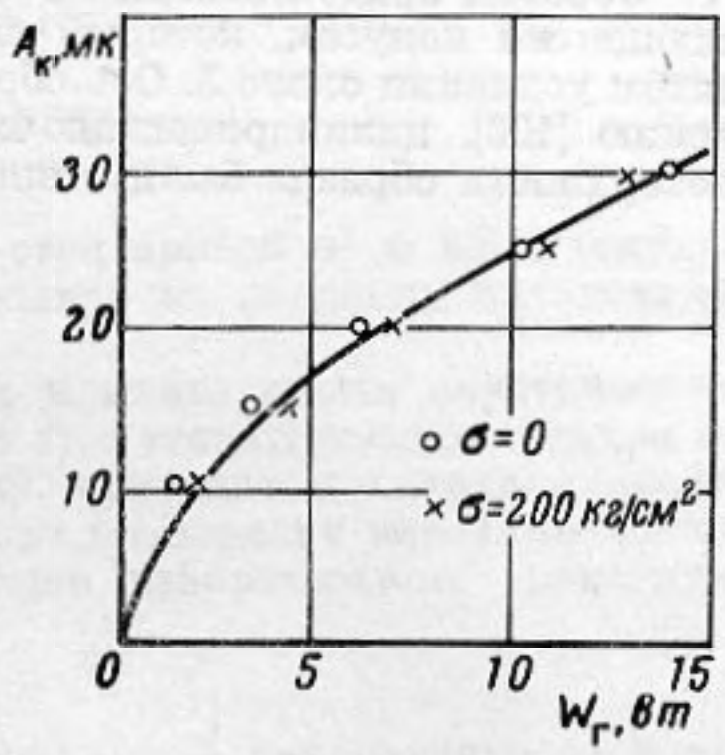
далось также резкое — в 2 и более раз — падение механической добротности Q (определявшейся по затуханию свободных колебаний) и частоты f_a. При достаточно большом σ (тем большем, чем больше A) дребезжание прекращалось; как показали измерения, преобразователь представлял при этом единую колебательную систему с одной основной собственной частотой $f_a \approx 15$ *кгц*, превышающей частоту в отсутствие стяжек на 0,2—0,4 *кгц*; величина f_a возрастала с ростом σ и падала с ростом A, причем все изменения не выходили за пределы 1—1,5%. Для такой хорошо зажатой системы W при данном A мало отличается от W незажатого преобразователя; на изменение W влияет H_0, что видно из таблицы. Величины V (а следовательно, и B) и Q при $\sigma \geqslant 150$ *кг/см*^{2} и при $\sigma = 0$ практически не различаются.



Фиг. 2

Полученные результаты показывают, что конструкцию с зажатым сердечником из феррита 21 можно применять без заметного снижения эффективности преобразователя при условии, что 150 *кг/см*$^2 \leqslant \sigma \leqslant 300$ *кг/см*^{2}; дополнительное преимущество такой конструкции — возможность подстройки частоты путем изменения зажатия.

Контрольные измерения ультразвуковой головки, состоящей из преобразователя рассмотренного типа и ступенчатого концентратора с усилением по амплитуде, равным 10, показали (фиг. 2), что зависимость амплитуды рабочего торца $A_к$ от потребляемой головкой мощности $W_г$ для свободного и зажатого сердечников в пределах точности измерений не различаются. (Точки на фиг. 2 соответствуют среднему из 5 циклов измерений, средний разброс не превышал 10%.) В ультразвуковой ванне с таким преобразователем при одинаковой интенсивности кавитации, оцениваемой по разрушению алюминиевой фольги толщиной 0,03 *мм*, потребляемая мощность составляла 14 и 15 *вт*, а напряжение 34 и 43 *в* для $\sigma = 0$ и $\sigma = 200$ *кг/см*^{2} соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. U. Enz. Die Erzeugung von Ultraschall mit Ferriten. Techn. Mit. PTT, 1955, 6, 209—212.
2. H. Jaffe. Piezoelectric and piezomagnetic materials for electroacoustic transducers. Physical Acoustics, ed. W. Mason, IA, New York — London, 1964.
3. G. L. Wilson. Effect of a longitudinal static pressure upon a magnetostrictive ferrite. J. Acoust. Soc. America, 1961, 33, 8, 1127—1130.
4. И. П. Голямина. Магнитострикционные излучатели из ферритов. В кн. «Физика и техника мощного ультразвука», под ред. Л. Д. Розенберга, М., «Наука», 1967.
5. Л. И. Ганева, И. П. Голямина. Испытания ферритовых преобразователей в режиме ультразвукового резания. Ультразвук. техн., 1964, 2, 13—20.
6. А. В. Богдашевский, Л. И. Ганева, И. П. Голямина. Ультразвуковые головки для сварки полимерных пленок. Ультразвук. техн., 1966, 1, 39—45.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
10 октября 1966 г.

УДК 534.286

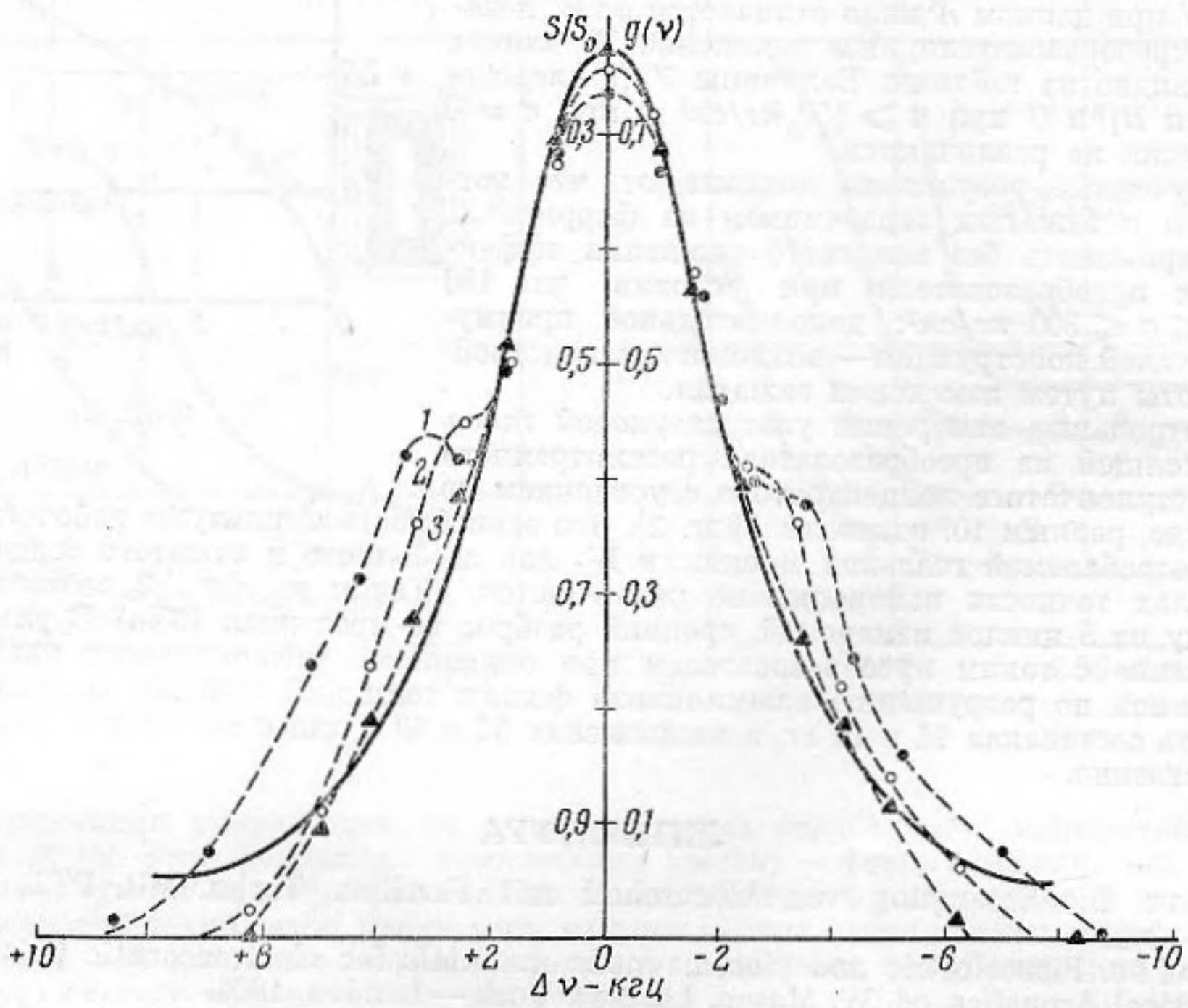
ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЯДЕРНОЕ РЕЗОНАНСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ЗВУКА В NaCl

С. Б. Григорьев, Л. Г. Меркулов

Известно, что форма и ширина линии акустического ядерного магнитного резонанса для ядер, обладающих большими квадрупольными моментами, существенно зависят от локальных искажений кристаллической решетки [1]. Хотя теория этого явления разработана довольно подробно, экспериментальных исследований в данном направлении не проводилось. В настоящем сообщении приводятся данные о влиянии пластической деформации на форму и ширину линии резонансного поглощения звука на ядрах Na^{23} в монокристалле NaCl.

Эффект резонансного поглощения звука наблюдался косвенным методом по насыщению сигнала чисто ядерного магнитного резонанса под действием ультразвуковых колебаний двойной ларморовской частоты. Измерения проводились на спектрометре ядерного магнитного резонанса, описанном в работе [2].

Образец приготовлялся из монокристалла NaCl и имел форму цилиндра, оканчивающегося конусом, который служил ультразвуковым концентратором с коэффициентом усиления около 3. Ось образца соответствовала кристаллографическому направлению [100], цилиндрическая часть имела длину 40 *мм* и диаметр 9 *мм*. Концевые поверхности образца были отшлифованы с хорошей степенью параллельности. В про-



цессе механической обработки образец подвергался значительной пластической деформации (оценка величины последней специально не проводилась). К широкому концу образца с помощью эпоксидной смолы приклеивался кварцевый преобразователь X-среза диаметром 25 и толщиной 0,36 *мм*. Для возбуждения преобразователя использовался высокочастотный генератор типа Г3-12. При выбранной частоте возбуждения, равной 7,984 *Мгц*, на длине образца устанавливалась стоячая звуковая волна.

Регистрация резонансного поглощения звука осуществлялась следующим образом. При постоянном напряжении на преобразователе записывался сигнал ядерного магнитного резонанса Na^{23} на нескольких фиксированных частотах, при этом за начальную точку принималась половинная частота звука ($\nu_{уз}/2$), а частоты ядерного магнитного резонанса (ν) изменялись в пределах $\pm\Delta\nu = \nu_{уз}/2 - \nu$. По полученным данным строилась зависимость $S/S_0 = f(\Delta\nu)$, где S_0 — площадь производной сигнала ядерного магнитного резонанса без звукового возбуждения, а S — площадь производной акустически насыщенной линии ядерного магнитного резонанса.

Образец несколько раз отжигался при температуре 600° с последующим медленным охлаждением до комнатной температуры. После каждого отжига вышеописанная процедура измерений повторялась. На фигуре приведено семейство кривых $S/S_0 = f(\Delta\nu)$ для исходного образца *1*, после однократного *2* и после двукратного отжига *3*. Все кривые сняты при напряжении на преобразователе, равном 40 *в*. Максимальная погрешность определения отношения S/S_0 не превышала 5% при относительной точности установки частоты около 10^{-5}.

При наличии статических градиентов внутрикристаллических полей, обусловленных дефектами в решетке, линия ядерного магнитного резонанса состоит из центральной линии и двух сателлитов, расположенных по бокам центральной линии. Анализ поведения подобного набора линий при акустическом насыщении показывает, что в случае, когда величина $|\Delta\nu|$ достаточно велика, происходит частичное насыщение центральной линии и одного из сателлитов, в то время как другой сателлит увеличивается. При уменьшении $|\Delta\nu|$ изменение сателлитов оказывается незначительным, и в области около точки $\Delta\nu = 0$ они не насыщаются, а происходит уменьшение только центральной линии ядерного магнитного резонанса. Этот процесс достаточно хорошо иллюстрируется кривыми фигуры.

При отжиге образца имеет место снятие внутренних напряжений, что ведет к уменьшению статических градиентов поля кристалла и к сближению сателлитов с центральной линией. Это позволяет выделить в чистом виде линию поглощения звука на ядерной спин-системе. Как следует из фигуры, линия акустического ядерного магнитного резонанса около центра практически не изменяется при отжиге и хорошо описывается степенной зависимостью, предложенной в работе [1], вида

$$g(\nu) = \frac{A}{(\Delta\nu^2 + \alpha^2)^{3/2}}, \qquad \alpha = 0{,}653\delta\nu_{1/2},$$

которая показана на фигуре сплошной линией. Для этой кривой $\alpha^2 = 9{,}8$ и ширина $\delta\nu_{1/2}$ линии акустического ядерного магнитного резонанса на половине интенсивности равна 4,8 *кгц*.

Сравнение экспериментального значения второго момента линии акустического ядерного магнитного резонанса (3,82 *кгц*^{2} для кривой *3*) с теоретическим вкладом во второй момент, обусловленным наличием дислокаций, приводит к величине дислокационной плотности, равной $5 \cdot 10^6$ *см*$^{-2}$. Этот результат по порядку величины совпадает с данными, получаемыми для кристаллов методом избирательного травления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Г. Колоскова. Влияние дислокаций на форму линий парамагнитного резонанса. Физ. тв. тела, 1962, 4, 11, 3129—3135.
2. А. М. Сазонов, А. М. Белоногов, С. Б. Григорьев, Н. Б. Страхов, Ю. Л. Чернов. Спектрометр для изучения широких линий ядерного магнитного резонанса. Изв. высш. уч. зав., Приборостроение, 1966, 9, 5,3—7.

Ленинградский электротехнический институт им. В. И. Ульянова (Ленина)

Поступило в редакцию 13 февраля 1967 г.

УДК 534.78

УЛЬТРАЗВУКИ РЕЧИ

Н. П. Громов, Л. Л. Мясников, Е. Н. Мясникова

Проведенные нами опыты по исследованию звуков речи показали, что некоторые согласные (главным образом шипящие) обладают ультразвуковыми составляющими; их сплошной спектр можно проследить до 160 *кгц*. При опытах мы применяли: ультразвуковой шумомер с сегнетовым звукоприемником, предназначенный для полосового анализа ультразвука в диапазоне 15—70 *кгц* со средним порогом чувствительности 0,05 *н/м*^{2} и ультразвуковой третьоктавный спектрограф типа Фрейштедта с титанатобариевым звукоприемником на диапазон частот 20—260 *кгц*.

В табл. 1 приведены усредненные данные, полученные при опытах с бригадой из 4 дикторов, произносивших звуки речи на расстоянии 0,15 *м* от звукоприемника. В табл. 2 — относительные уровни в децибелах.

Таблица 1

Фонемы	Звуковые давления в *н/м*^{2} в полосах				Фонемы	Звуковые давления в *н/м*^{2} в полосах			
	15—25 *кгц*	25—35 *кгц*	35—50 *кгц*	50—70 *кгц*		15—25 *кгц*	25—35 *кгц*	35—50 *кгц*	50—70 *кгц*
Заднеязычные					Шипящие				
к	0,16	0,16	0,05	—	с	0,4	0,28	0,2	0,14
г	—	—	—	—	з	0,25	0,21	0,10	0,05
х	0,18	0,15	0,09	—	ш	0,22	0,13	0,14	0,12
					ж	0,10	0,03	0,05	—
Взрывные					ф	0,36	0,33	0,25	0,06
т	0,22	0,17	0,12	—	в	0,05	0,05	—	—
д	—	—	—	—					
п	0,16	—	—	—	Аффрикаты				
б	—	—	—	—	ц	0,40	0,27	0,20	0,16
					ч	0,12	0,11	0,07	0,06