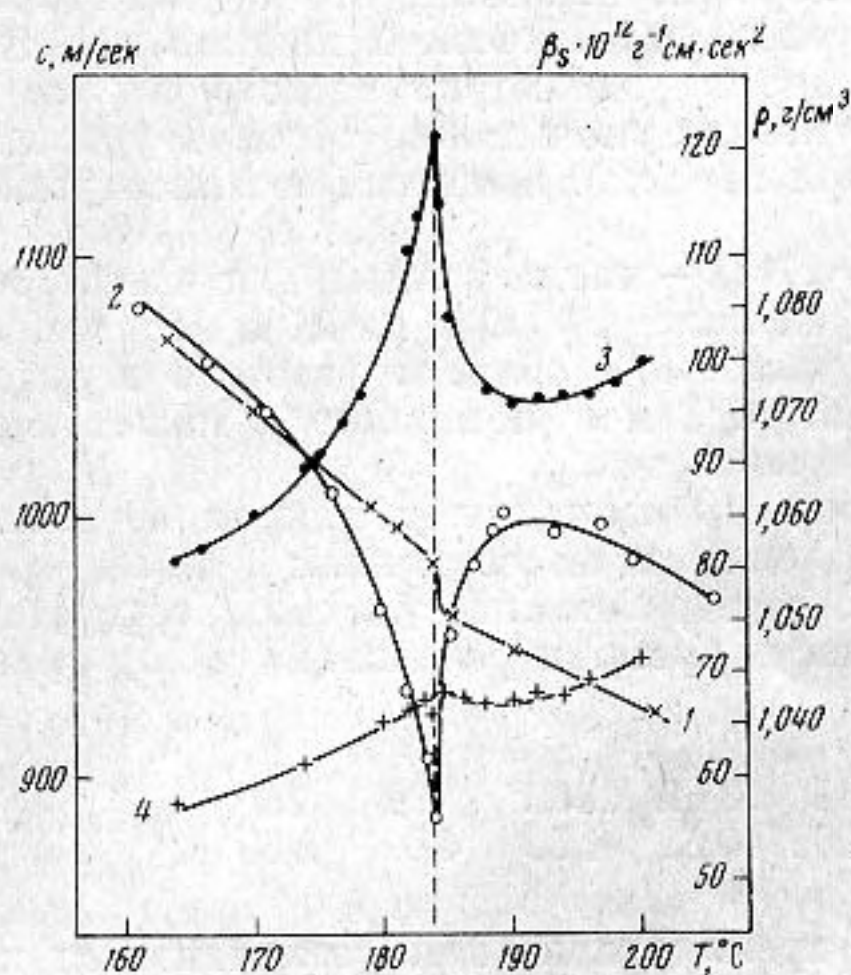


АКУСТИЧЕСКАЯ РЕЛАКСАЦИЯ В π -АНИЗАМИНОАЗОБЕНЗОЛЕ, НАХОДЯЩЕМСЯ В НЕМАТИЧЕСКОЙ ФАЗЕ

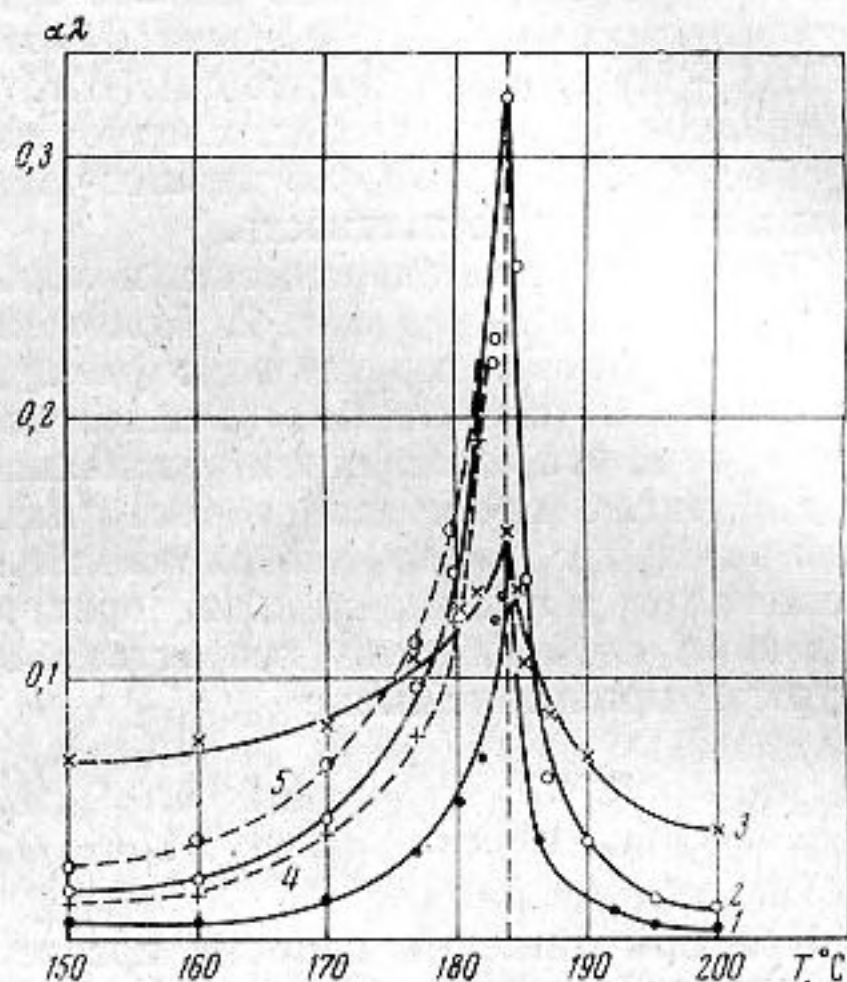
А. С. Лагунов, В. Ф. Ноздрев, Ю. В. Резцов

π -анизаламиноазобензол (ААБ) с химической формулой $C_{20}H_{17}N_3O$ и температурой просветления $T_c=184,1^\circ C$ интересен как объект исследования своей молекулярной структурой: молекула его имеет три плоских кольцевых сегмента, связанных жесткой двойной связью; кроме того, это вещество обладает положительной анизотропией диэлектрической проницаемости [1], т. е. дипольный момент молекулы составляет с осью наименьшего диамагнетизма угол менее $\pi/4$. Эти особенности моле-



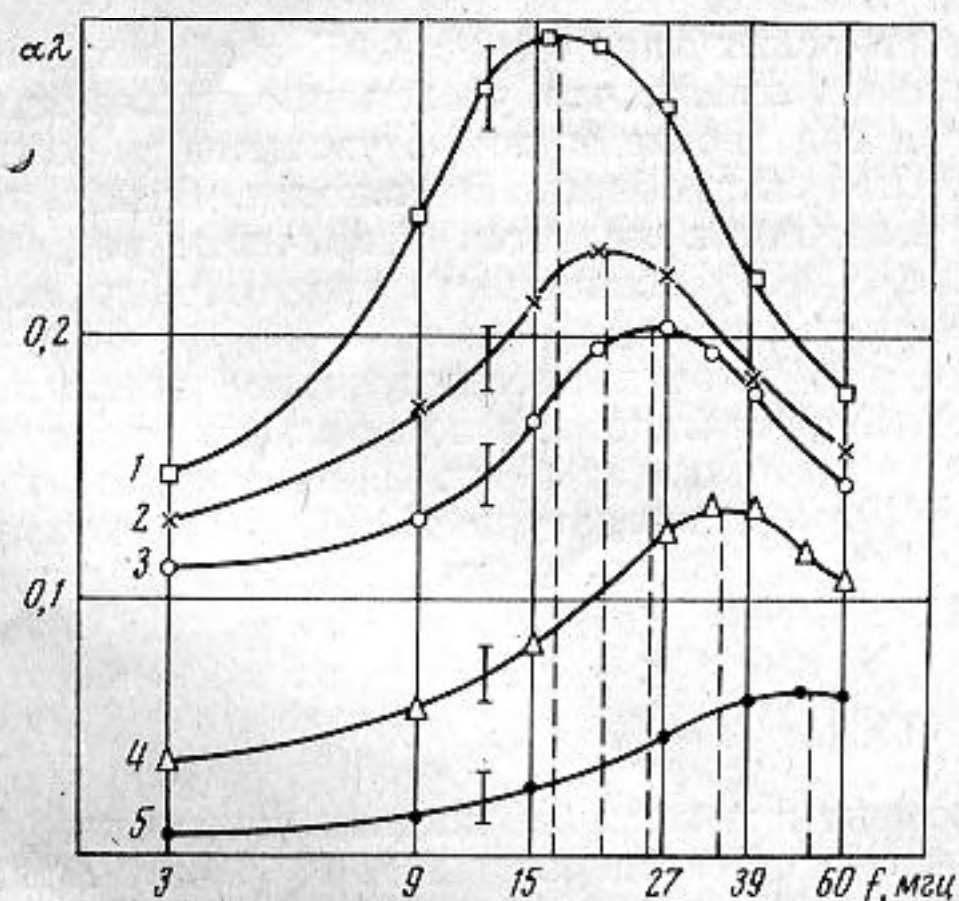
Фиг. 1

Фиг. 1. Температурная зависимость плотности 1, скорости ультразвука на частоте 3 мГц 2 и адиабатической сжимаемости на частотах 3 и 60 мГц (3 и 4 соответственно)



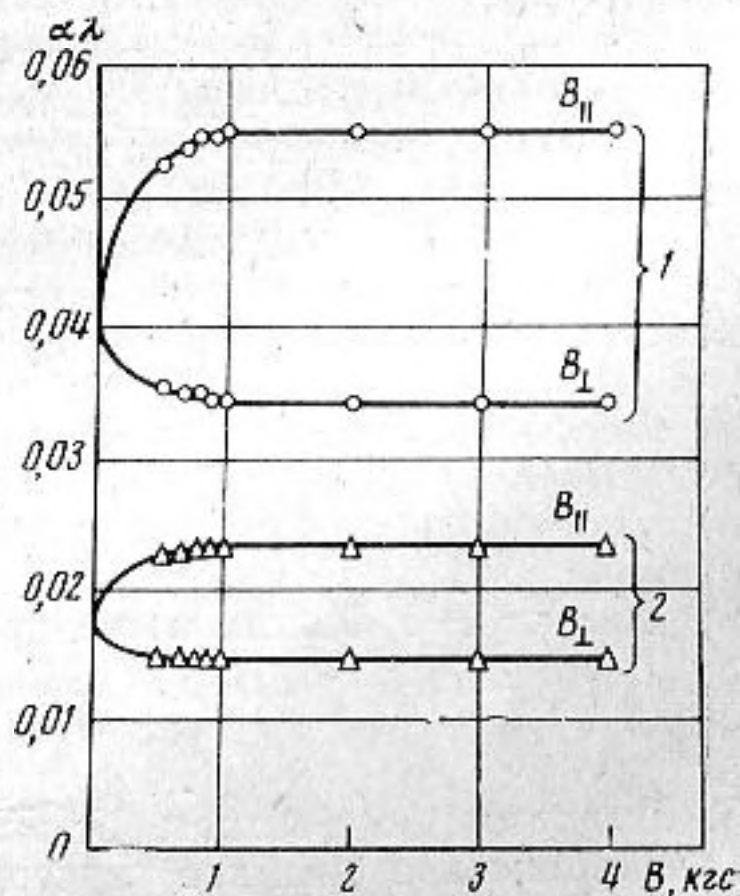
Фиг. 2

Фиг. 2. Температурная зависимость величины $\alpha\lambda$ на различных частотах: (1) 3, (2) 15, (3) — 60 мГц. Пунктирные кривые — значения $\alpha\lambda$ в поперечном (4) и продольном (5) магнитных полях 4 кГс



Фиг. 3

Фиг. 3. Частотная зависимость величины $\alpha\lambda$ при различных температурах для анизотропной фазы ААБ: 1 — $184,1^\circ C$; 2 — $183,6^\circ C$; 3 — $183,1^\circ C$; 4 — $179,1^\circ C$; 5 — $164,1^\circ C$



Фиг. 4

Фиг. 4. Зависимость величины $\alpha\lambda$ от индукции магнитного поля для частоты 15 мГц (кривые 1) и 3 мГц (кривые 2) в продольном (индекс B_{\parallel}) и в поперечном магнитных полях (индекс B_{\perp}).

кулярного строения определяют специфику межмолекулярного взаимодействия в данном веществе и могут повлиять на его акустические свойства.

При экспериментальных исследованиях применялась импульсная установка с переменным расстоянием [2], позволяющая проводить измерения скорости распространения c и коэффициента поглощения α ультразвука в диапазоне частот 1–60 мГц. Точность измерений величины c вблизи точки просветления 0,5–1%, а величины α/f^2 – 5–10%. При исследовании влияния магнитного поля на акустические свойства жидких кристаллов измерительная камера помещалась в зазор электромагнита. Высокая температура просветления ААБ вызывала необходимость проведения измерений в инертной среде, в качестве которой служили осушенные и очищенные азот и аргон.

Температурные зависимости плотности ρ (по данным работы [3]), скорости ультразвука c на частоте 3 мГц и адиабатической сжимаемости β_s на частотах 3 и 60 мГц представлены на фиг. 1. Наименьшее значение скорости на частоте 3 мГц при температуре 184,1°С равно 885 ± 15 м/сек. Измерения показали, что с увеличением частоты максимум β_s в области фазового перехода нематический жидкий кристалл (НЖК) – изотропная жидкость (ИЖ) уменьшается, однако на частоте 60 мГц он еще полностью не исчезает. Следует также отметить уменьшение температурной зависимости величины β_s на низких частотах при переходе вещества из анизотропной фазы в изотропную жидкость.

Температурная зависимость величины $\mu = \alpha\lambda$ (λ – длина волны) для частот 3, 15 и 60 мГц показана на фиг. 2. При температурах ниже 178°С в НЖК и выше 185°С в ИЖ значение μ возрастает с увеличением частоты; в области фазового перехода на частотной зависимости μ имеется максимум. Такое поведение μ может быть обусловлено существованием релаксационных процессов.

На фиг. 3 представлена частотная зависимость величины μ для анизотропной фазы ААБ, где видно, что максимальное значение μ на частотных кривых – μ_{\max} уменьшается с понижением температуры, а частота релаксации f_m , соответствующая значениям μ_{\max} , при этом возрастает. Зависимость времени релаксации τ_m от температуры T приведена ниже

$T, ^\circ\text{C}$	164,1	179,1	183,1	183,6	184,1	186,7	192	200
$\tau_m \cdot 10^9$ сек	3,18	4,54	6,36	7,96	10,61	4,80	4,09	2,65

При приближении к точке просветления время релаксации увеличивается как в изотропной, так и в анизотропной фазах. Аналитическое выражение зависимости τ_m от температуры в мезофазе имеет вид

$$(1) \quad \frac{1}{\tau_m} = C|\Delta T|^k,$$

где $|\Delta T| = |T_c - T|$, C и k – константы. В пределах ошибок эксперимента полученные значения τ_m удовлетворительно описываются уравнением (1) при условии, что $C = 1,1 \cdot 10^8$, $k \approx 0,3$.

Полученные данные об изменении акустических параметров ААБ в области фазового перехода ИЖ – НЖК позволяют сделать вывод, что увеличение диссипации звуковой энергии вблизи точки просветления связано не только с увеличением сжимаемости, но и с возрастанием времени релаксации объемной вязкости. Возможно, что основной причиной, вызывающей эти изменения, является увеличение радиуса корреляции флуктуаций ориентации в точке T_c , обусловленное в свою очередь возникновением ориентационного порядка мезофазы.

Измерения в магнитном поле показали, что поле, перпендикулярное направлению распространения ультразвуковой волны, уменьшает поглощение ультразвука в нематической фазе ААБ, а параллельное – увеличивает (фиг. 2, пунктирные линии). Наибольшему изменению величины μ при температуре 171°С соответствует изменение магнитной индукции до 1000 гс (фиг. 4). Влияние поля исчезает при температурах на 1–2°С ниже точки просветления.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Марини, В. Цветков. Дипольные моменты некоторых жидких кристаллов и электрическое двойное лучепреломление их растворов. ЖЭТФ, 1948, 18, 7, 641–650.
2. В. Ф. Ноздрев. Применение ультраакустики в молекулярной физике. М., Физматгиз, 1958.
3. R. S. Porter, J. F. Johnson. Order and flow of liquid crystals: nematic mesophase. J. Appl. Phys., 1963, 34, 1, 55–59.

Московский областной педагогический институт
им. Н. К. Крупской

Поступила
28 марта 1974 г.